E 3280

METALURGIA

Nr.1-2/92

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

METANEF S A

str. Mendeleev, nr. 21—25
sector 1, Bucureşti
telefon: 50 28 42; telex: 11 669

ORSZÁGOS KÖZPONTI MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR ÉS SZOLGÁLAT 1983

METANEF

Intreprinderea de Comerţ exterior METANEF S.A. a fost înfiinţată în anul 1990.

Plecată de la un capital zero, în baza unui credit de 100 000 lei, realizează actualmente, lunar, un volum de activitate echivalent cu volumul total pe primele şase luni de lucru.

Asigură servicii din domeniile de comercializare a cinci foste întreprinderi de comerţ exterior. Deşi la înfiinţare personalul era specializat pe o gamă restrînsă de produse de export-import, în prezent, datorită reorientării şi specializării acestuia, gama de produse din domeniul de activitate a societăţii s-a dezvoltat „puternic" în următoarele compartimente:

EXPORT

Din domeniul produselor specifice metalurgiei, Societatea noastră exportă întreaga gamă de aluminiu, table, oţel beton, profiluri, ţevi.

IMPORT

METANEF S.A. importă pentru întreprinderea dumneavoastră:

- produse metalurgice prelucrate superior;
- materii prime necesare producţiei metalurgice (cocs, cărbune, minereuri pentru metalurgia feroasă şi neferoasă);
- utilaje şi piese de schimb pentru domeniul metalurgiei feroase şi neferoase;
- licenţe, studii de fesabilitate.

METANEF S.A. a colaborat strîns cu Societatea specializată pentru importul de energie şi cu Regia autonomă respectivă pentru asigurarea energiei electrice din import, necesară producţiei de aluminiu din România.

Actualmente, la un an de la începerea activităţii, Societatea noastră derulează activităţi de import-export cu un echivalent în valută de cca 3 miliarde lei la cursul oficial lunar.

Societatea a înţeles necesităţile metalurgiei româneşti şi a adoptat politica impulsionării exporturilor mărfurilor acesteia, concomitent cu asigurarea materiilor prime necesare continuării unei activităţi eficiente.

METANEF S.A. prestează şi oferă servicii în domeniul său de activitate la unul din cele mai reduse costuri pentru servicii similare.

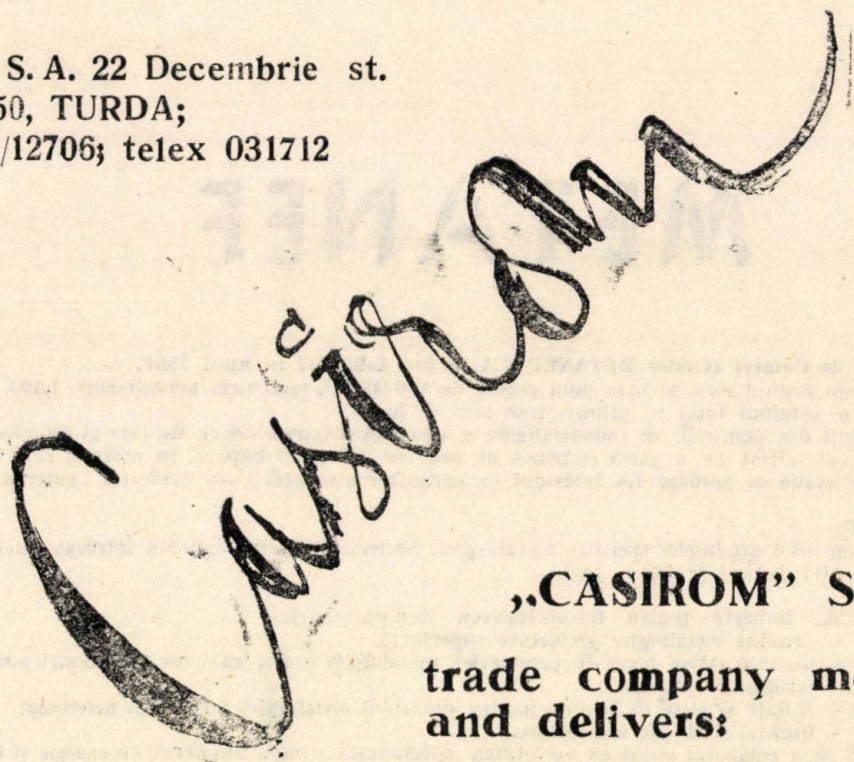
Intenţia Societăţii este aceeaşi şi pentru viitor, luîndu-şi ca obiectiv:

„CEL MAI EFICIENT, CU CELE MAI REDUSE COSTURI!"

din domeniul comerţului exterior al metalurgiei.

SILICA REFRACTORIES
SILICON CARBIDE

CASIROM S. A. 22 Decembrie st.
no. 35, 3350, TURDA;
phone 953/12706; telex 031712



„CASIROM" S.A. TURDA

trade company manufactures and delivers:

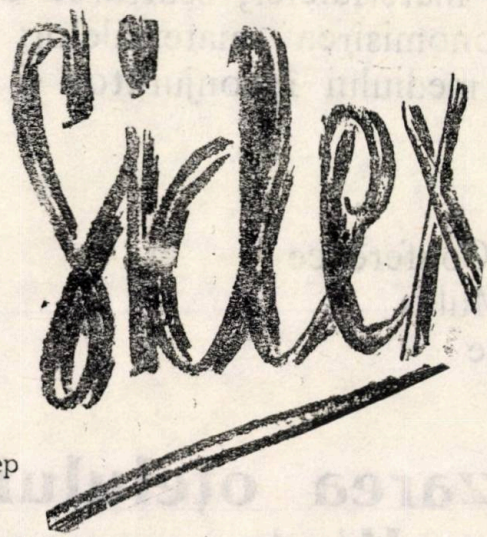
- **silica-type refractories;**
- **carborundum-base refractories;**
- **silicon carbide (carborundum)-base abrasives**

SIDEX *Iron and Steel Complex of Galatz*

manufactures and exports for you

Hot Rolled Flat Products

- Ordinary steel strips and plates for constructions
- Fine grained steel strips and plates for welded constructions
- Atmospheric corrosion resistant steel strips and plates
- Shipbuilding steel plates
- High quality carbon steel strips and plates for machine building
- Steel plates for boilers and pressure vessels
- Steel strips and plates for cold bending and deep drawing
- steel strips and plates for side bars and other parts with small bending radius
- Steel plates for mining equipment
- Stainless steel strips and plates and refractory steel for nuclear and aeronautical industry
- Steel strips and plates for automobile rims



Steel Semi-products

- Continuous cast or rolled slabs
- Continuous cast blooms
- Rolled billets

Coke-chemical products
Blast furnace coke

- Ferro-alloys coke
- Fine coke
- Coke-chemical ammonia sulphate
- Concentrated ammonia water
- Coal tar
- Technical ammonia
- Aromatic fractions
- Coke plant technic sulphur
- Pit coal tar
- Pit coal creosote for carbon black
- Coke-chemical absorption oil
- Phenolic fraction
- Crude anthracene
- Naphthalene
- Technical ferric sulphate
- Bitum

Cold Rolled Sheet

- Thin steel strips and sheets for cold formed shapes and welded pipes
- Sheets and strips for deep drawing
- Steel sheets and strips for car industry and sheets

Other Products

- Liquid and gas oxygen
- Liquid and gas nitrogen
- Liquid and gas argon
- Granulated blast-furnace slag
- Non-iron slag

GALATZ
1, SIDERURGIŞTILOR STREET
COD 6200
TEL.: 934/30 004;
30 109
TELEX: 51.257;
51.312

COMBINATUL SIDERURGIC GALAȚI
SIDEX
ROMANIA

A life experience on the steel market and many friends in the steel business!

"Progrese ale oţelului în construcţia de automobile"

13—14 mai 1992, Londra, Anglia
Organizator: The Institute of Metals;
VDEh; The Institution of Mechanical Engineers
— conferinţă

TEMELE: Éngineering simultan pentru optimizarea metalelor; proprietăţile materialeler; scurtarea duratelor de fabricare; economisirea materialelor; probleme de protecţie a mediului înconjurător şi reciclarea materialelor

INFORMAŢII:

The Institute of Metal Conference
Dept. (C210) Mrs. A. Mullis
1 Carlton House Terrace
GB-SW1Y 5DB London

"Utilizarea oţelului în bare de calitate superioară"

25—27 mai 1992, Singapore
Organizator: South East Asia Iron Steel Institute (SEAISI)
— sesiune

TEME: Utilizarea, îmbunătăţirea şi dezvoltarea tehnologiilor şi tehnicilor de echipare pentru elaborarea oţelului, laminarea şi controlul laminatelor, cotrolul de calitate, comanda producţiei, marketing

INFORMAŢII:

South East Asia Iron Steel Institute
Airmail Distribution Center
P.C. Box 7759, RP—Pasay City 1300

METALURGIA

ORGAN AL DEPARTAMENTULUI INDUSTRIEI METALURGICE

1–2
1992
IANUARIE
FEBRUARIE

cuprins

Rizescu, C. : **Aspecte tehnice şi economice ale fabricaţiei ţaglelor pentru ţevi** 10

Anton, Doina şi Storin, Adina : **Amestecuri plastifiate pentru formarea prin injecţie a pulberilor metalice** 16

Nica, Gh. şi Vasilescu, D. : **Cercetări privind posibilitatea realizării tratamentelor termochimice de carburare a pieselor din oţel în straturi electroconductoare** 20

Andrei, A. şi Vlaicu, Gh. : **Determinarea prin spectroscopie ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analyses) a stoichiometriei oxizilor dezvoltaţi pe oţel carbon testat la coroziune** 25

Mărgineanu, I., Sofroni, L., Ştefănescu, Fl. şi Bratu, C. : **Calitatea pieselor turnate din oţel în forme cu modele gazificabile** 27

Săbău, Teodora, şi Cocolaş, S. : **Consideraţii privind îmbunătăţirea dezbaterii miezurilor din piesele turnate** 30

Tineri autori

Stan, Doinița : **Stabilirea condiţiilor optime de austenitizare la patentarea sîrmelor de diametru Ø 0,92 din oţel pentru cord metalic** 31

Nagy, Mariana, Daniela : **Contribuţii privind condiţiile de lucru necesare în procesul de prăjire în strat** 32

REVISTA REVISTELOR 15; 24; 26

COLEGIUL DE REDACŢIE :

BIVOLARU MARIN, IONESCU EMIL, RADU CONSTANTIN GELU, IOAN FLORENTIN SANDU, ALEX. FLOREA, VIOREL MUNTEANU, LAURENTIE SOFRONI, EMIL FLORIAN, CONSTANTIN DUMITRESCU, ION CHIOSE, RADU HANGA, SANDU EUGEN, ION IACOBESCU, PETRE IANC, GHEORGHE PÂRVU, GHEORGHE LEPĂDATU, IULIAN RIPOŞAN

Cititorii din străinătate se pot abona adresîndu-se la ROMPRESFILATELIA Departamentul Export-Import Presă, P.O. Box 136—137, telex : 11226, Bucureşti, str. 30 Decembrie, nr. 2

Redactor responsabil : prof. dr. ing. L. SOFRONI
Şef CIDMET : ing. Brânduşa Florentina Scorţea
Redactor : dipl. univ. ELENA PÂRVU

Revista **METALURGIA**, organ al Departamentului Industriei Metalurgice — Redacţia şi administraţia : Bucureşti, str. Mendeleev 21—25, sectorul 1, telefon 59.49.90. **Revista este editată de SIDEROM S.A.** Instituţiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SMB. Costul unui abonament : lei 3.000 anual. Costul unui exemplar : lei 250.

Tiparul : S. C. „UNIVERSUL" S. A., str. Brezolanu nr. 23—25, Bucureşti • c. 3362

CD :621.774 :669—412

Rizescu, C. : **Aspects techniques et économiques de la fabrication des brames pour tubes**

L'article analyse les problèmes spécifiques de la fabrication des brames pour tubes avec ses implications sur la compétitivité de la production. L'industrie roumaine est bien equippé pour la production de différents types de tubes, les problèmes abordés présentant intérêt tant pour certains fabricants indigènes et de l'étranger de même que pour éventuels collaborateurs à la modernisation et la revigoration de ce secteur.

On présente des données comparatives pour la structure des côuts sur le flux de fabrication convertisseur—machine à couler continue, c'est à dire four électrique-machine à couler continue, dans la variante d'obtension des brames pour tubes par relaminage ou directement par la coulée.

On analyse les différentes solutions technologiques de modernisation du secteur d élaboration coulée continue des semifinis/brames pour tubes. On insiste sur la nécessité de la „préparation technologique" de l'acier pour la coulée continue des brames pour tubes : composition chimique, déoxydation, rapports/relations caractéristiques entre certains éléments de la composition chimique, régime de températures etc.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 10—15

CD :621.762

Anton, Doina et Storin, Adina : **Des melanges plastifiants pour le moulage par injection des poudres métalliques**

Le moulage par injection des poudres métalliques fait parti d'une série de processus modernes de moulage qui ont permis d'exceder les limites des procédés conventionnels de la métallurgie des poudres, surtout en ce qui concerne la complexité de la geométrie, de la densité et de la précision dimensionelle des pièces obtenues.

Ce procédé utilise en tant que matières premières des mélanges plastifiants obtenus des poudres métalliques fines et des liants — plastifiants organiques, en générale basées sur les polymères.

L'étude des caractéristiques de coulée des mélanges plastifiants à haut teneur en poudres, dans les conditions du moulage par injection impose la détermination de leur caractéristiques réologiques.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 16—19

CD :541.11

Niea, Gh. et Vasilescu, D. : **Recherches concernant la possibilité de réaliser les traitements thermochimiques de carburation des pièces en acier en couche électroconductrice**

La technologie consiste dans la déposition d'une pâte de cémentation sur la surface des pièces à traiter, les empaquetage dans un melange granulaire électroconducteur, leur introduction dans une incinte parallélipipédique et la connexion du système à un circuit de courrant électrique débité par un transformateur au générateur à tension secondaire reglable entre 50 et 150V et l'intensité entre 25 et 1000 A.

Le mélange électroconducteur et la charge constitue les éléments de bouclage d'un circuit électrique de basse tension à laquelle on connecte l'incinte (le four proprement dit).

La technologie permet l'obtension d'une couche cémentée ayant une épaisseur de 1 mm pendant 60 minutes.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 20—24

CD : 543.42 :546.26

Andrei, A. et Vlaicu, Gh. : **La détermination par spectroscopie ESCA (electron spectroscopy for chemical analysis) de la stoichiometry des oxydes developés sur l'acier carbon testé à la corrosion**

L'article présente la méthode (ESCA) et son application pour des déterminations stoichiometriques des oxydes formés sur la surface de certaines eprouvettes d'acier soumises aux testes de corrosion.

sommaire

Les spectres mesurés ont été traité, en utilisant des programmes de déconvolution ce qui a permis la détermination de la stoichiométrie des pélicules d'oxydes formées sur la surface de l'acier carbon et l'obtension de certaines informations concernant les variations de la stoichiometrie dans le voisinage de la surface.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 25—26

CD :621.747

Mărginean, I., Sofroni, L., Ştefănescu, Fl. et Bratu, C. : **La qualité des pièces en acier moulé avec des modèles gasifiables**

L'article présente des donneés expérimentales concernant le processus de carburation superficielle de l'acier coulé en moules gazéifiables. On analyse également l'influence de la nature de la moule et de la position de coulée sur la surface de la zone affectée par les défauts.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 27—29

CD :621.747 621.743

Săbău, Teodora et Cocolaş, S.: **Considérations sur l'amélioration du décochage des noyaux en pièces moulées**

L'article propose une technologie originale pour augmenter le décochage des mélanges de noyaux (basés sur des résins uréeformaldéhyde) utilisés pour fabriquer les pièces moulées en alliages non-ferreux, même pour celles avec des températures plus baisses de coulée (minimum 873 K).

Metalurgia 44(1992), nr. 1—2, p. 30

CD :621.785

Stan, Doinița : **La détermination des conditions optima d'austénitisation au cours du procédé de patentage des fils en acier pour corde métallique ayant le diamètre Ø 0,92 mm**

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 31

CD : 620.191.3

Nagy, Mariana, Daniela : **Contributions concernant les conditions de travail nécessaires dans le processus de calcination en lit fluidisé des sulfures métalliques**

L'article propose une méthode pour déterminer l'effet de quelques paramètres variables, de la proportion d'air utilisé, de la composition des gas et de la température de calcination.

Metalurgia 44 (1991), nr. 1—2, p. 32—36

contents

DC : 621.774 :669—412

Rizescu, C. : **Technical and economic aspects of slabs production for pipe rolling**

The report approaches the specific problems of slab production for pipe rolling, with the implications on the competitiveness of the process. The Romanian industry is well equipped for the manufacture of various pipe types, the problems approached being very interesting both for the pipe manufacturers and the potential foreign investors in modernization and revigoration of this branch.

Comparative data are shown, regarding the cost structure on the production line between converter and continuous caster or electric furnace — continuous caster, for the alternative of manufacturing the slabs for pipes by rerolling or directly by continuous casting.

Various technical approaches to modernize the melting — continuous casting segment for the production of slabs for pipe rolling are analysed and discussed. The need for „technological preparation" of the steel for the continuous casting of slabs for pipe rolling is emphasised : the chemical analysis, deoxidation, typical ratios/ties between certain elements of the composition, temperature variation a.s.o. The specific conditions to achieve satisfactory surface quality and macrostructure for the manufacturing processes of slabs for pipe rolling are discussed and analysed.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 10—15

DC : 621.672

Anton, Doina and Storin, Adina : **Plasticized mixes for injection forming of metal powders**

The injection forming of metal powders belongs to a series of modern forming procedures, which allowed the overcoming of the limits of conventional procedures of powder metallurgy, especially as regards the shape complexity, the density and dimensional accuracy of the castings.

This procedure uses as raw materials plasticized mixes made of fine metal powders and organic binders — plasitifers based generally on polymers.

The study of the flow features of the plasticized mixes with high powder content, for the injection forming, needs the measurement of their rheologic features, which is the aim of this report.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 16—19

DC : 541.11

Nica, Gh. and Vasilescu, D. : **Investigations of the possibility of performing thermochimical carburising treatments of steel components in electroconductive layers**

The technology consists in laying of a carburising slury on the surface of the parts to be treated, the packing of the latter with an electroconductive grain mix in a parallelipipedic enclosure and the connection of the system to the electric net of a transformer or a generator, with the secondary voltage controlled between 50 and 150V and the intensity between 250 and 1,000 A.

The electroconductive mix and the charge are the closing elements of a low voltage circuit, to which the enclosure is connected.

This technique allows the achievement of a carburised layer with a 1 mm thickness in a 60 min period.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 20—24

DC : 543.42 :546.26

Andrei, A. and Vlaicu, Gh. : **The measurement by ESCA spectroscopy of the stoichiometry of the oxides developed on corrosion tested carbon steel**

The report introduces the ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) procedure and its use for stoichiometric measurements of oxides developed on the surface of steel test pieces undergoing corrosion tests.

The measured spectra were processed using deconvolution programs, which allowed the measurement of the stoichiometry of the oxide films developed on the surface of the carbon steel and the acquisition of data regarding the stoichiometry variations near the surface.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 25—26

DC : 621.747

Mărginean, I., Sofroni, L., Ştefănescu, Fl. and Bratu, C. : **The quality of the steel castings in moulds with gasifying patterns**

The authors report experimental data refering to the surface carburising process of the steel cast in moulds with gasifying patterns. They also analyse the influence of the mould features and pouring position on the size of the flaw affected zone.

talurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 27—29

DC :621.747 :621.743

Săbău, Teodora, and Cocolaş, S.: **Considerations on the improvement of knock out operations for casting cores**

The report puts forward an original technology to improve the knock out of core sands (based on urea formaldehyde resins) used in manufacturing of nonferrous alloy castings, even for the lower casting temperature ones (min. 873 K).

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 30

DC :621.785

Stan, Doinița : **The finding of optimal austeniting conditions for the patenting of 0,92 mm dia metal cordsteel wire**

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 31

DC : 620.191.34

Nagy, Mariana, Daniela : **Contributions concerning the working conditions necessary in the metallic sulphure calcination process in fluidized bed (II)**

The paper proposes a method for determining the effect of some variable parameters, of the air ratio, gas composition and calcination temperature.

Metalurgia 44 (1991) nr. 1—2, p. 32—36

inhalt

DK : 621.774 :669—412

Rizescu, C. : **Technische und wirtschaftliche Ansichten der Rohrknüppelherstellung**

Der Artikel analysiert die für die Rohrknüppelherstellung spezifischen Probleme mit Mitheinbeziehungen betreffs der Wettbewerbsfähigkeit der betreffenden Produktion. Rumänien verfügt über eine merkwürdige technische Ausrüstung im Bereich der Rohrherstellung. Die im Artikel dargestellten Probleme sind nicht nur für die Inlandherstellern, sondern auch für die potentiellen Auslandmitarbeitern, mit dem Ziel der Modernisierung und Belebung des Sektors interessant.

Es werden einige vergleichsmässige Daten, für die Kostenstruktur, für den Herstellungsfluss Konverter-Stranggiessen und zwar Lichtbogenofen mit der Variante Rohrknüppelherstellung durch Wiederwalzen oder direkt aus dem Giessen dargestellt.

Es werden analysiert und besprochen die verschiedenen verfahrenstechnischen Lösungen für die Modernisierung des Sektors Herstellung—Giessen von Rohrhalbfertigerzeugung/ /Knüppeln. Es wird die Notwendigkeit der ,,verfahrenstechnischen Vorbereitung" des Stahls ; hervorgehoben mit dem Ziel des Rohrknüppelstranggiessens : chemische Zusammensetzung, Desoxydation, einige charakteristische Beziehungen zwischen den Bestandteilen der chemischen Zusammensetzung, der Temperaturbetrieb usw. Es werden besprochen und analysiert die spezifischen Herstellungsbeziehungen der Oberfläche — und Makrostruktur, die den Verfahren während des Herstellungsprozesses, bei denen die Rohrknüppeln ausgesetzt sind, entsprechen.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 10—15

DK : 621.762

Anton, Doina und Storin, Adina : **Plastifizierte Gemische für die Bildung durch Injektion von metallischen Pulvern**

Die Bildung durch Injektion von metallischen Pulvern, gehört zu einer Reihe von modernen Bildungsverfahren, die die Überschreitung der Grenzen der klassischen Verfahren aus der Pulvermetallurgie gestatteten, speziellerweise angesichts der Komplexität der Geometrie, der Dichte und der Massgenauigkeit der hergestellten Werkstücke.

Das o.g. Verfahren verwendet als Rohstoffe plastifizierte Gemische, auf Basis von feinen, metallischen Pulvern und organischen plastifizierenden Bindemitteln, im allgemeinen von Polymeren.

Die Erforschung der Strömungseigenschaften der plastifizierenden Gemische mit einem hohen Pulverinhalt, unter den Bedingungen der Injektionsbildung, setzt die Bestimmung der rheologischen Eigenschaften durch.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 16—19

DK : 541

Nica, Gh. und Vasilescu, D. : **Erforschungen angesichts der Verwirklichung der thermochemischen Aufkohlungsbehandlungen der Stahlwerkstücke in elektrizitätsleitenden Schichten**

Die Verfahrenstechnik sieht die Ablagerung einer Zementierpaste auf der Oberfläche der Werkstücke voraus, deren Verpackung in einem elektrizitätsleitenden gekörnten Gemisch, dessen Einführung in einem parallelepipeden Raum und die Kopplung des Systems an einem Kreislauf von elektrischen Strom, der von einem Transformator oder Generator mit regelbarer sekundärer Spannung zwischen 50 und 150V und einer Intensität zwischen 250 und 1000 A enthalten ist.

Das elektrizitätsleitende Gemisch und die Schmelze sind Schliesselemente eines Kreislaufs von elektrischen Strom, mit Niederspannung an welchen der Ofen gekoppelt ist.

Die o.g. Verfahrenstechnik gestattet die Erzielung einer Einsatzschicht mit einer Dicke von 1 mm während einer Dauer von 6 min.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 20—24

DK : 543.42 :546.26

Andrei, A. und Vlaicu, Gh. : **Bestimmung, durch ESCA — Spektrometrie, der Stöchiometrie der auf Basis von korrosionsgetesteten Kohlenstoffstahl entwickelten Oxyde**

Die Arbeit bestätigt die ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) — Methode und ihre Anwendung im Bereich der stöchiometrischen Bestimmungen der auf der Oberfläche der zu Korrosionstesten ausgesetzten Stahlproben gebildeten Oxyde.

Die betreffenden Spektern wurden auf Basis von einigen Entwicklungsprogrammen verarbeitet ; was die Bestimmung der stöchiometrischen Oxydfilme die sich auf der Oberfläche des Kohlenstoffstahls befinden, mitsichbringt. Es werden ebenfalls einige Daten angesichts der stöchiometrischen Schwankungen dargestellt.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 25—26

DK :621.747

Mărginean, I., Sofroni, L., Ştefănescu, Fl. und Bratu, C. : **Qualität der in Formen mit vergasenden Modellen gegossenen Stahlwerkstücke**

Die vorliegende Arbeit enthält einige experimentellen Daten angesichts des oberflächlichen Aufkohlungsprozesses des in Formen mit vergasenden Modellen gegossenen Stahls. Es wird ebenfalls der Einfluss der Giessform-und Stellungsart, auf die Grösse der fehlerhaften Zonen dargestellt.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 27—29

DK : 621.747 :621.743

Săbău, Teodora, und Cocolaş, S.: **Einige Betrachtungen betreffs der Verbesserung des Gusstückkernausschlages**

In der Arbeit wird eine originelle Verfahrenstechnik für die Verbesserung des Ausschlages der Kerngemische (auf Basis von ureoformaldehydischen Harzen), die bei der Herstellung der aus Nichtmetallen gegossenen Legierungen (auch bei Giesstemperaturen von wenigstens 873 K) eingesetzt werden, dargestellt.

Metalurgia 44 (1992), nr, 1—2, p. 30

DK : 621.785

Stan, Doinița : **Festsetzung der optimalen Austenitisierungsbedingungen beim Patentieren des Ø0,92 Stahldrahts für Metallkord**

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 31

DK : 620.191.34

Nagy, Mariana, Daniela: **Beiträge zu den Arbeitsbedingungen die beim Röstprozess mit flüssiger Schicht der metallischen Sulfide notwendig sind (II)**

Die Arbeit schlägt eine Rechnungsmethode für die Einwirkung einiger veränderlichen Parameter, des beim Rösten eingesetzten Luftanteils, für die Röstgaszusammensetzung und für die Rösttemperatur, vor.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 32—36

содержание

ДК: 621.774.: 669—621

Ризеску, К.: **Технические и экономические аспекты производства трубных заготовок**

Статья анализирует специфичные вопросы производства трубных заготовок с последствиями на конкурентоспособность этой продукции. Румыния располагает значительным техническим обеспечением производства для различных сортаментов труб, анализируемые вопросы преставляют интерес как для внутренних производителей так и для внешних возможных сотрудников при модернизации и живучести участка.

Представлены сравнительные данные для структуры цен на потоке производства конвертер-непрерывная разливка, соответственно дуговая печь-непрерывная разливка трубных заготовок перепрокаткой или прямо из разливки.

Анализированы и обсуждены различные технологические решения модернизации участка выплавки — непрерывной разливки трубных заготовок. Настаивается на необходимость "технологической подготовки" стали для непрерывной разливки трубных заготовок: химический состав, раскисление, характерные соотношения между элементами, в том числе химический состав, температурный режим и т.д.

Также анализированы и обсуждены специфичные условия реализации поверхности и соотвественной макроструктуры трубной заготовки в процессе производства.

Metalurgia 44(1992), nr. 1—2, p. 10—15

ДК: 621.762

Антон, Дойпа и Сторин, Адина: **Пластифицирующие смеси для формирования вспрыкиванием металлических порошков**

Формирование вспрыскиванием металлических порошков является составной частью ряда современных способов формирования, позволяющие завышение границ условных способов в порошковой металлургии, плотности и размерной точности полученных деталей.

Этот способ применяет как сырье пластифицирующие смеси, полученные из тонких металлических порошков и вяжущих-органических пластификаторов, в основном на основе полимеров.

Metalurgia 44(1992), nr. 1—2, p. 16—19

ДК: 541.11

Ника, Г. и Василеску, Д.: **Исследования возможности реализации термохимических обработок науглероживания стальных отливок в электропроводниковых слоях**

Технология состоит в осаждении цементной пасты на поверхности обрабатываемых отливок, их упаковке в гранулированной электропроводниковой смеси, их введение в параллелепипедное помещение и соединение системы к сети электрического тока, отдаваемого от трансформатора или генератора со регулируемым вторичным напряжением между 50 и 150 В и силой от 25 до 1000 А.

Электропроводниковая смесь и плавка составляют элементы замыкания электрической цепи низкого напряжения, к которой присоединили печь.

Технология позволяет получение цементного слоя толщиной 1 мм в течении около 60 мин.

Metalurgia 44(1992), nr. 1—2, p. 20—24

ДК: 543.42:546.26

Андрей, А. и Влайку, Г.: **Определение спектроскопией ESCA стехиометрии развитых окислов на углеродистой стали, испытанная на коррозию**

Работа представляет метод ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) и применении его для стехиометрических определений образованных окислов на поверхности стальных проб, испытанных на коррозию.

Измеренные спектры были обработаны, используя программы позволяющие определить стехиометрию фильмов образованных окислов на поверхности углеродистой стали и получение информаций, относительно колебаний стехиометрии в близи поверхности.

Metalurgia 44(1992), nr. 1—2, p. 25—26

ДК: 621.747

Мэрджинеан, И. Софропи, Л., Штефэпеску, Ф. и Брату, К.: **Качество стальных отливок в формах с газифицируемыми моделями**

В работе анализированы экспериментальные данные относительно процесса поверхностного науглероживания стали, разлитой в формах с газифицируемыми моделями. Также анализируется влияние вида формы и позиции разливки на величину зон, в которых присутствуют дефекты.

Metalurgia 44(1992), nr. 1—2, p. 27—29

ДК: 621.747:621.743

Сэбэу, Теодора, и Коколаш, С.: **Соображения по улучшению выбивки стержней из отливок**

В работе предлогается оригинальная технология улучшения выбивки стержневых смесей (на основе уреоформальдегидных смол), используемых при производстве отливок из цветных сплавов, даже и для тех с более низкой температурой отливки (минимум 873 К).

Metalurgia 44(1992), nr. 1—2, p. 30

ДК: 621.785

Стап, Дойница: **Определение оптимальных условий аустенитизации при патентировании проволок диаметром 992 мм из стали для металлокорда**

Metalurgia 44(1992), nr. 1—2, p. 31

ДК:620.191.34

Наги, Марияпа, Даниела: **Вклады относительно необходимых условий работы в процессе обжига в кипящем слое металлических сульфидов (11)**

Работа рекомендует метод расчета эффекта некоторых переменных параметров, пропорции используемого воздуха при обжиге, состав газов обжига и температуры обжига.

Metalurgia 44 (1992), nr. 1—2, p. 32—36

ASPECTE TEHNICE ȘI ECONOMICE ALE FABRICAȚIEI ȚAGLELOR PENTRU ȚEVI

Dr. ing. C. RIZESCU

CZ: 621.774 : 669—412

În fabricația de țevi, ca urmare a specificului de prelucrare intensă prin deformare plastică la cald, în unele cazuri, inclusiv la rece, condițiile impuse țaglelor sînt mult mai severe decît în cazul utilizării acestora la realizarea altor produse metalurgice, ceea ce face ca, de regulă, costul fabricației să fie mai ridicat.

Ponderea țaglelor în totalul costurilor de fabricație a țevilor intervine cu 52—75%. Preocuparea reducerii cheltuielilor pentru materia primă, prin adoptarea unor noi tehnologii în fabricarea acestora, se manifestă de mult timp. În anul 1953, firma Vallourec—Franța începe experimentarea fabricației și utilizării de semifabricate-țevi [1], obținute direct prin turnarea continuă, tehnologie care nu s-a extins. S-a dezvoltat și generalizat turnarea continuă de țagle-țevi, ca soluție determinantă în producția de țevi.

În condițiile existente în România, prin baza materială existentă în siderurgie, organizatoric, fabricația de țagle este distinctă față de cea de țevi. În aceste condiții se impune găsirea unor soluții de cointeresare a producătorilor de oțel în asigurarea cu țagle/bandă a sectorului de țevi. Din acest punct de vedere, o importanță deosebită capătă specializarea și modernizarea sectorului de obținere a țaglelor pentru țevi în oțelăriile existente. Se urmărește satisfacerea cerinței pieței interne și a participării pe unele segmente ale pieței externe, pentru care dotarea și experiența unora din liniile de fabricație a țevilor laminate sau trase pot asigura penetrabilitatea și menținerea acestei piețe.

În cele ce urmează, se va face prezentarea unora din problemele pe care le ridică creșterea eficienței fabricației de țagle pentru țevi.

Fluxuri tehnologice de fabricație a țaglelor

În principal, țaglele pentru țevi din oțel carbon se obțin astăzi pe fluxul cu elaborare în cuptor Martin și turnare în lingouri. O anumită pondere din aceste țagle este realizată prin elaborare în convertizor cu oxigen și turnare continuă de blumuri. Țaglele din oțeluri aliate, inclusiv inoxidabile, se obțin prin elaborare în cuptoare electrice cu rafinare suplimentară în instalații de tip VAD/VOD.

În cele ce urmează, procedeul de elaborare în cuptor Martin va fi prezentat ca bază de comparație în analiza costurilor de fabricație. Se vor avea în vedere, ca variante, următoarele fluxuri tehnologice :

— elaborarea în convertizor cu oxigen sau cuptor electric, cu tratare suplimentară prin tehnologii specifice de metalurgia oalei ;
— turnarea continuă de țagle, pentru țevi, sau de blumuri pentru relaminare în țagle.

Structura comparativă a costurilor țaglelor de țevi, în raport cu varianta de obținere a acestora din oțel Martin-lingou, se prezintă conform datelor din tabelul 1.

Tabelul 1

Structura comparativă pentru costurile țaglelor

Materialele, %	Oțel de convertizor—T.C.		Oțel electric—T.C.	
	blum cu relaminare	țagle	blum cu relaminare	țagle
Minereu de fier și cărbune — cocs	127,1	120,7	—	—
Fier vechi	40,0	37,9	183,0	177,0
Combustibil	58,0	36,4	36,0	9,0
Energie	96,7	63,4	465,0	390,0
Diverse exclusiv manoperă	80,2	76,2	67,0	52,0

NOTĂ : S-a raportat la costul în $ al țaglei-țeavă obținute din oțel Martin-lingou.
T.C. — turnare continuă

Nivelul total al costurilor este cu cca 40 $/t mai scăzut în cazul obținerii țaglelor-țevi pe filiera convertizor-turnare continuă, față de varianta tehnologică cuptor Martin-lingou [2]. În ceea ce privește practicarea variantei cuptor electric-turnare continuă, economicitatea acesteia este dictată de disponibilitatea aprovizionării cu fier vechi de calitate, de costul fierului vechi și al energiei electrice, de costul electrozilor și de capacitățile disponibile de oțel electric.

Modernizarea sectorului de elaborare în convertizoare cu oxigen trebuie să asigure,

tehnic și economic, soluționarea, în condițiile specifice ale oțelăriilor noastre, a următoarelor probleme :

— în condițiile unei piețe sigure de fier vechi, asigurarea lucrului la convertizor cu cote mai scăzute de fontă (cca 830—850 kg/t), care să ducă la scăderea costurilor de materii prime și combustibil ;
— realizarea sigură și constantă a unui conținut final de sulf sub 0,015% ;
— conducerea dinamică a procesului de elaborare care să asigure obținerea cu precizie a condițiilor fixate la punctul de oprire (compoziție-temperatură) ;
— efectuarea unei dezoxidări finale sigure, cu conținut redus de aluminiu, și realizarea unor compoziții chimice în ecart îngust.

Aceste tehnologii și instalații se regăsesc astăzi la majoritatea producătorilor de țagle pentru țevi. Volumul și specificul aplicării acestora sînt în funcție de experiența tehnologică și destinația țevilor și costurile de fabricație implicate. Cu un anumit grad de generalizare, este aplicată tehnologia de desulfurare a oțelului [3] și a fontei, atunci cînd se impune un conținut de sulf sub 0,010%. De subliniat este faptul că realizarea dotărilor pentru tehnologia de desulfurare a oțelului cu Si—Ca, în varianta cu fir consumabil, pentru obținerea unor rapoarte Ca/Al $\geqslant$ 0,08, prezintă multe avantaje. În ceea ce privește desulfurarea fontei, atunci cînd este necesar (conținut de sulf în fontă $>$ 0,035%), se practică tehnologia de injectare pneumatică de materiale desulfurante [4].

Tehnologiile de metalurgie a oalei acoperă astăzi o paletă largă de tehnologii și tipuri de instalații. În condițiile noastre se apreciază că aplicarea unei scheme tehnologice, similare cu cea prezentată în figura 1, este acoperitoare pentru oțelurile carbon și slab aliate. Necesitatea prevederii unei operații distincte de tratare la presiuni scăzute poate implica costuri suplimentare, cu eficiență discutabilă. Opțiunea pentru o instalație de tip VAD, în comparație cu cea de tip LF, nu poate fi susținută de specificul fabricației de țagle pentru țevi.

Sectorul de turnare continuă este definitoriu în obținerea țaglelor pentru țevi. În prezent, sînt obținute în mod curent semifabricate pentru țevi (blumuri sau țagle), inclusiv fără laminare intermediară.

Din punctul de vedere al destinației țaglelor pentru țevi este practic acoperită toată gama de utilizări : țevi din oțel carbon și oțeluri aliate pentru cazane; țevi pentru construcții; țevi pentru industria de autovehicule, constructoare de mașini, fabricare de rulmenți; țevi pentru industria petrolieră; țevi din oțeluri inoxidabile. Dimensional sînt realizate : semifabricate Ø 120—320 mm; □ 120—350 și octagonal 210—560 mm. Se regăsește gama de țagle-țevi utilizate în România.

Din punctul de vedere al tipului de instalații, predominante sînt cele cu fir curb. Rezultate interesante din punct de vedere metalurgic și al calității suprafeței țaglelor [1], [5] sînt obținute în instalațiile cu cristalizor rotativ.

Aspecte tehnice ale fabricației de țagle pentru țevi

O comportare corespunzătoare în procesul de deformare plastică la cald a țaglelor pentru țevi este determinată de mai mulți factori, dintre care, compoziția chimică, starea suprafeței și macrostructura sînt cei mai importanți. Evident că, tehnologic, prevederile pentru acești „factori" trebuie să rezulte dintr-o practică efectivă, fără de care există riscul impunerii unor standarde de calitate care să ducă la costuri mari în faza primară, cu efecte majore în fabricația de țevi. Trebuie deci realizat un anumit „compromis" în ceea ce apare ca tehnic justificat și ceea ce economic poate fi acceptat pentru o anumită perioadă. Este sigur faptul că, atît tehnic cît și economic, o fabricație rentabilă de țevi nu poate fi susținută astăzi decît prin utilizarea de țagle obținute prin turnare continuă.

În cele ce urmează se va încerca doar o analiză de principiu a datelor publicate sau rezultate din experiența de producție.

Compoziția chimică impusă oțelului pentru țagle de țevi prezintă unele restricții față de compoziția chimică prevăzută în standarde pentru o marcă de oțel.

Astfel :

— *Conținutul de sulf și fosfor* este strict limitat superior la oțelurile pentru țevi. Limitarea conținutului acestor elemente, tehnic, se justifică prin :

— influența pe care sulful și fosforul o au asupra rezistenței la rupere la cald (fig. 2) și prin aceasta asupra susceptibilității la fisurare, în timpul turnării țaglelor și în procesul deformării plastice la cald;

Dacă se are în vedere și tendința puternică a acestor elemente spre segregare, pare justificată tendința de a limita sever conținutul sulfului și fosforului. Influența cea mai puternică o are sulful. Tehnologic, cu costuri suplimentare, este posibilă realizarea unui conținut de sulf $\leqslant$ 0,005%. Limita superioară pentru sulf trebuie corelată cu posibilitatea realizării unei turnări într-un ecart îngust de temperatură și cu alte mijloace folosite pentru diminuarea tendinței spre segregare (de exemplu aplicarea agitării electro- magnetice, centrifugarea cristalizorului etc.).

— necesitatea realizării unor rapoarte $\frac{Mn}{S} \geqslant$ $\geqslant 20$ pentru favorizarea comportării oţelului în procesul deformării plastice la cald; Prin reducerea conţinutului de sulf din oţel, cheltuielile de aliere cu mangan sînt diminuate.

— *Conţinutul de aluminiu* este prevăzut atît cu limita inferioară cît şi cu cea superioară. Prevederea limitei inferioare este corelată cu necesitatea legării azotului liber sub formă de nitruri de aluminiu cu influenţă favorabilă asupra comportării la fluaj a oţelurilor [6]. În ceea ce priveşte limita superioară, aceasta este legată de condiţiile specifice ale turnării. Din punct de vedere metalurgic, datele existente, publicate, sînt încă insuficiente. Astfel, datele prezentate în figura 3 şi concluziile din lucrarea [6] trebuie adîncite. Pentru etapa actuală, în condiţiile existente, se consideră că trebuie prevăzută o limită inferioară a

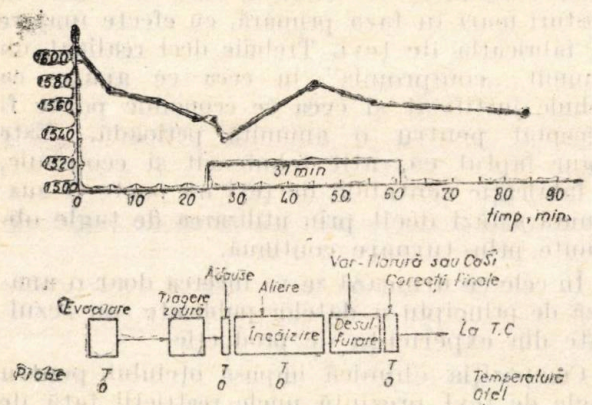


Fig. 1. Schema principalelor faze tehnologice la elaborarea oţelului pentru ţagle-ţevi în varianta cu tratarea oţelului în instalaţii de tip LF

Fig. 1. The diagram of the main operation stages in melting of the steel for pipe slabs for the alternative of steel treatment in a ladle furnace

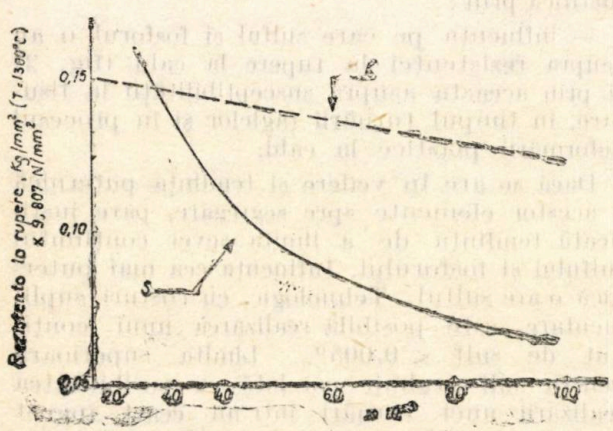


Fig. 2. Influenţa conţinutului de fosfor şi sulf asupra rezistenţei de rupere la cald

Fig. 3. The influence of the P — and S — content on the hot tensile strength

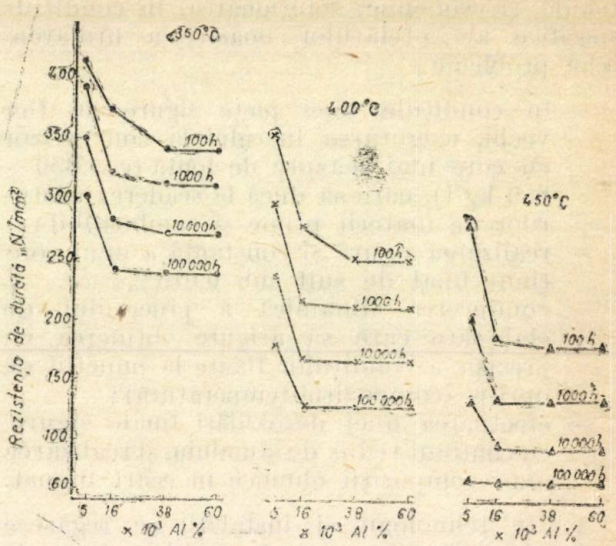


Fig. 3. Influenţa conţinutului de aluminiu asupra rezistenţei de durată a unui oţel carbon de tip OLT 35

Fig. 2. The influence of Al-content on the durability of OLT35-type carbon steel

conţinutului în aluminiu de 0,015%. Pe măsura trecerii la dezoxidarea cu aluminiu — în distribuitor în varianta firului consumabil — limita superioară va putea fi prevăzută într-un ecart mai îngust în raport cu limita inferioară.

— *Conţinutul în elemente neferoase reziduale* constituie un subiect deschis. Stabilirea „nocivităţii" unui element rezidual este o problemă complexă. Se are în vedere interacţiunea care există între diversele elemente reziduale şi cele predominante. Astfel, matricea oţelului prin prezenţa unor elemente de aliere poate contribui la accelerarea sau reducerea influenţei unui anumit element rezidual sau grupă de elemente reziduale. Cu caracter general, se poate arăta că la precizarea unei limite trebuie avut în vedere coeficientul de segregare, care poate face ca conţinutul pe limita de grăunte să fie mult mai mare decît media conţinutului (determinată prin analiza chimică). Astfel, analizele efectuate pe probe din vecinătatea suprafeţei unei ţagle rebutate la operaţia de perforare [7] au dus la rezultatele prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Compoziţia chimică a unei ţagle rebut

Analiza efectuată, %	Cu	Sn	Sb	As	Ni
Analiza medie a şarjei	0,20	0,059		0,037	0,14
Analiza în zona adiacentă suprafeţei	7,8	1,0	0,2	1,15	5,8

Pentru explicarea acestui fenomen de fragilitate de suprafață, la prelucrarea plastică la cald („Surface Hot Shortness") a fost propus mecanismul schimbării solubilității cuprului în austenită, caz în care pot apărea faze lichide, care, penetrînd între rosturile granulelor de austenită, micșorează adeziunea acestora, fragilizîndu-se. Prezența nichelului, eventual a molibdenului, duce la creșterea temperaturii de topire a fazei lichide, micșorînd astfel tendința spre fragilizare a suprafeței. Deci limite mai severe pentru astfel de oțeluri aliate cu Ni sau Mo nu se justifică.

În vederea reducerii susceptibilității oțelului, la apariția și dezvoltarea fenomenului de fragilitate de suprafață, se practică controlul limitelor în care sînt prezente unele elemente reziduale, prin relații de tipul :

$$Cu + 8\,Sn = \text{max. } 0{,}4\%$$

sau :

$$Cu + 6\,Sn = \text{max. } 0{,}33\,\%$$

Cu caracter general se poate folosi o relație de tipul:

$$Cu + 6(Sn + a\ Sb + b\ As) \leqslant \frac{9}{E}$$

în care :

— a și b sînt coeficienții care țin seamă de influența elementelor respective, în raport cu staniul, asupra solubilității cuprului în austenită;

— E este un coeficient care ține seamă, în cazul unei tehnologii de încălzire dată, de creșterea conținutului de reziduuri în zona adiacentă stratului oxidat la încălzire. Experimental, valoarea sa se poate determina prin analiza conținutului de nichel în stratul adiacent zonei oxidate, pe o probă din același oțel, încălzită, în condiții de tehnologie dată, și răcită rapid în apă.

La oțeluri inoxidabile și aliaje pe bază de nichel se practică, după unele date [8], limitări și pentru alte elemente reziduale (tab. 3).

— *Conținutul de carbon* este recomandat în ecart de 0,03 sau 0,04% față de limita inferioară pentru oțelurile cu pondere importantă a reacției peritectice (oțeluri sub 0,45% C). O asemenea prevedere este practic nerealizabilă în condițiile actuale de tehnologie și de dotare din oțelării, dar posibil de realizat în condițiile de modernizare a acestui sector și de practicare a metalurgiei în oală cu tehnologie și mijloace de control adecvate procesului.

Tabelul 3

Limita maximă a unor impurități, %

Marca	Pb	Sb
X 18 N 9 T	0,03	0,01
X 25 N 20	0,006	0,01
X 15 N 60	0,001	0,01
X 20 N 80	0,0006	0,004

Pentru oțelurile aliate, ecartul admisibil al conținutului de carbon se poate stabili ținînd seamă de influența pe care o au elementele de aliere asupra deplasării punctelor critice ale oțelului și asupra rezistenței și plasticității la temperaturi ridicate ale acestuia.

Suprafața țaglelor și macrostructura. Suprafața țaglelor trebuie să fie lipsită de defecte de tipul fisurilor, crăpăturilor, care se pot dezvolta în timpul procesului de încălzire și de deformare plastică la cald. De asemenea, nu se admit defecte de tipul incluziunilor nemetalice, care pot constitui amorse, pentru fisurare sau rupere, în deformarea puternică pe care o suferă țagla în procesul de perforare și laminare.

Nerealizarea prin turnare a unei calități corespunzătoare la blum sau țaglă impune practicarea unor curățiri locale sau integrale. Aceasta se realizează prin polizare sau cojire, care înseamnă de fapt costuri suplimentare, fără a avea siguranța unei îndepărtări totale a acestor defecte ci, în cele mai multe cazuri, doar o „atenuare" a defectelor care apar pe țevi. Se consideră că practicarea unei curățiri pe blum (țaglă), în proporție mai mare, înseamnă o insuficientă stăpînire și control al elaborării și turnării oțelurilor cu cauze diferite, care se cunosc și nu vor fi detaliate aici.

În cazul semifabricatelor turnate continuu deosebit de periculoase sînt „suflurile" de sub crusta inițial solidificată, care ajung să fie „descoperite" la încălzire, provocînd la deformare importante defecte de suprafață pe eboșul laminat. Cauza apariției acestor defecte este legată de lubrifiant și practica utilizării acestuia.

Defectele de suprafață ale semifabricatelor turnate continuu țin de practica turnării propriu-zise, respectiv de tehnicitatea procedeului de turnare folosit. La o compoziție de formă dată, factorii principali prin care se acționează sînt : temperatura de turnare, viteza de extracție, regimul de răcire, păstrarea optimă a conicității cristalizorului și a geometriei întregii linii de turnare. Se menționează că, din punctul de vedere al conținutului de carbon, sensibilitatea la fisurare crește de regulă o dată cu conținutul în carbon. La semifabricatele de dimensiuni relativ mari, devine determinant și așa-numitul factor de formă al secțiunii transversale R, $\left(R = \frac{D-d}{D+d}\,100\right)$ în care D și d sînt diagonalele secțiunii. Mărimea acestui

factor potențial crește o dată cu mărirea conținutului în carbon, suplimentînd și prin aceasta posibilitatea sporirii tendinței la apariția defectelor de suprafață pe semifabricatul turnat continuu. Mijlocul de acționare pentru păstrarea în limite normale a coeficientului de formă constă în construcția sistemului de antrenare și susținere a semifabricatului turnat continuu.

În ceea ce privește macrostructura țaglelor, aceasta trebuie să fie compactă și uniformă pe toată lungimea semifabricatului turnat continuu. Astfel, zona exterioară, globulitică, nu va avea o grosime suficientă, care să reziste, în faza inițială, presiunii ferostatice și la prelucrările ulterioare ale țaglei. Zona de transcristalizare trebuie să fie cît mai puțin întinsă în favoarea măririi zonei centrale din cristale echiaxe, fine, în care segregația, porozitatea sau microretasurile, să fie repartizate pe o arie cît mai mare. Din acest punct de vedere, zona centrală cu cristale echiaxe, la aceeași supraîncălzire în distribuitor, este mai mare la oțelurile cu transformare peritectică decît la cele fără transformare peritectică. La instalațiile de turnare continuă, fără rotirea cristalizorului, adoptarea de instalații de agitare electromagnetică (AEM) s-a dovedit eficientă, permițînd chiar supraîncălziri ceva mai ridicate în distribuitor. Astfel, la un oțel cu 0,6% C, pe un blum de 300×400 mm, prin practicarea agitării în cristalizor (tehnologia *A*) sau cu agitare în zona finală a răcirii secundare (tehnologia *B*) și respectiv cu agitare în zona finală a răcirii secundare (tehnologia *C*), au rezultat următoarele:

— zona echiaxială la o supraîncălzire de 20 °C este, în cazul agitării prin tehnologia *A*, la cca 60% din secțiunea blumului față de cca 50% în situația nefolosirii agitării; la supraîncălziri de 60°C, zona echiaxială se menține la cca 30% în cazul tehnologiei *A* pentru ca, în tehnologia fără agitare, practic să lipsească;

— din punctul de vedere al segregației, se constată că, prin tehnologia *A*, zona segregată se micșorează ca întindere dar intensitatea maximă rămîne practic aceeași. O influență favorabilă o are practicarea unei tehnologii combinate: *A* + *C*.

La turnarea continuă a blumului de 300 × × 400 mm s-a lucrat cu o viteză de extracție de 0,45 m/min, iar parametrii pentru agitarea electromagnetică, pe tipurile de tehnologii menționate, sînt prezentați în tabelul 4.

Tabelul 4

Parametrii pentru AEM

Tehnologia	Frecvența, Hz	Intensitatea maximă, A
A	2	2300
B	60	1000
C	2	2300

Concluzii

Rentabilizarea de ansamblu a fabricației de țevi în România impune modernizarea sectorului de obținere a țaglelor-țevi, în principal prin:

— concentrarea și specializarea producătorilor de țagle, îmbunătățirea de fond a calității oțelului lichid prin aplicarea unor tehnologii specifice de metalurgie a oalei atît în faza de fontă (în funcție de conținutul în sulf al acesteia), cît și în faza de oțel lichid;

— introducerea unor limitări la compoziția chimică; conținuturi reduse de S, P, elemente reziduale neferoase, ecart îngust la conținutul de carbon (± 0,03 sau ± 0,04) etc.;

— obținerea țaglelor pentru țevi, în principal, direct prin turnare continuă, eventual o anumită cotă (sub 15% din necesar) prin laminare din blum turnat continuu.

Se va avea în vedere industrializarea următoarelor tehnologii: desulfurarea în oală a fontei lichide prin procedeu de injecție pneumatică; prelucrarea cu gaze inerte a oțelului lichid; injecția de pulberi desulfurate și dezoxidante în oțel prin varianta cu „fir" conducător; prelucrarea în instalații de tip LF (ladle furnace).

Nivelul de aplicare a acestor tehnologii în producția de țagle pentru țevi va fi condiționat de o serie de situații specifice, stabilite prin colaborare directă: oțelar-laminorist-utilizator de țevi.

Turnarea continuă în instalații cu fir curb sau vertical cu cristalizor rotativ va trebui să asigure semifabricate rotunde (Ø = 120— — 320 mm) și pătrate (Φ 120 — 350 mm) cu următoarele caracteristici:

— stare corespunzătoare a suprafeței pentru prelucrare în țevi, cu max. 10% ajustare (cojire sau polizare);

— macrostructură corespunzătoare caracterizată prin segregație generală și centrală acceptabilă, zonă de transcristalizare redusă și structură echiaxială întinsă care să asigure porozitate axială cu punctaj maxim 3, de dorit 2, conform etaloanelor pentru semifabricate;

— precizie dimensională, în limite acceptabile, evidențiată prin nivelul ovalizării și toleranță la diametru pe lungimea firului.

Oțelurile carbon și slab aliate se vor obține preponderent pe flux cu elaborare în convertizor modernizat, iar oțelurile aliate (inoxidabile) se vor obține prin elaborare primară în cuptoare electrice. Elaborarea va prevedea prelucrări adecvate prin tehnologii specifice de metalurgie a oalei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Revue de Métallurgie, Franța, nr. 2, 1981, p. 119.
[2] Steel Expert: *Perspectivele fabricației de țevi fără sudură în România*, studiu, 1991.
[3] Scaninject IV, partea I și a II-a, Luleå, Suedia, 11 — 13 iunie, 1986.
[4] Revue de Métallurgie, Franța, nr. 6, 1986, p. 563.
[5] Revue de Métallurgie, Franța, nr. 2, 1982, p. 177.
[6] J. of the Iron and Steel Institute, 1962, p. 290.
[7] Guliaev, A. P. Cistaia Stal,' Metallurghiia, Moscova, 1973.
[8] Revue de Métallurgie, Franța, nr. 4. 1982, p. 371.

revista revistelor

GIESSEREI, GERMANIA, nr. 3, 1991

Două secole de utilizare a cubiloului — o retrospectivă. Partea a 3 — a. Descoperirea legilor metalurgice ale topirii în cubilou, p. 83.

Turnarea în cochilă sub presiune joasă a aliajului de aluminiu GD — AlSi9Cu3 folosind o pompă electromagnetică și proprietățile mecanice obținute în urma tratamentului termic, p. 90.

Ordini de mărime, mărimi de ordine, p. 94.

GIESSEREI, GERMANIA, nr. 5, 1991

Tehnici de filtrare a aliajelor de turnare din aluminiu, p. 141.

Noi mașini de turnare sub presiune cu comandă numerică a procesului de injectare în timp real, p. 146.

Observații privind fenomenele de curgere în camerele reci orizontale ale mașinilor de turnare sub presiune, p. 151.

Aplicarea tehnicilor de alimentare și a ingineriei pentru dezvoltarea tehnologică a turnării în cristalizor de aluminiu, p. 152.

Sinteză bibliografică anuală asupra materialelor refractare (urmare 18), p. 157.

GIESSEREI, GERMANIA, nr. 6, 1991

Tehnica turnătoriei — raport anual al VDG (Uniunea turnătorilor germani). Din activitatea Uniunii turnătorilor germani, p. 179.

Institutul pentru tehnica turnătoriei în anul 1990, p. 223.

Cea de-a 225-a aniversare a Academiei Bergakademie Freiberg — 115 ani de studii și cercetări în domeniul tehnicii turnării, p. 237.

GIESSEREI, GERMANIA nr. 8, 1991

Topirea în cubilou cu ajutorul antracitului — încercări efectuate într-o turnătorie continuă vietnameză pentru țevi din fontă cenușie. Partea 1. Instalația de topire a turnătoriei Ian Long, p. 285.

Principiile planificării teoretice a conducerii întreprinderilor, p. 289.

Sinteză bibliografică anuală asupra fontei de turnătorie liate (urmare 28), p. 300.

AMESTECURI PLASTIFIATE PENTRU FORMAREA PRIN INJECȚIE A PULBERILOR METALICE

Cercet. șt. pr. DOINA ANTON
Cercet. șt. pr. ADINA STORIN
ICEM S.A.

CZ : 621.762

Procedeul de formare prin injecție a fost utilizat în metalurgia pulberilor pentru materiale ceramice, și anume la obținerea izolatorilor ceramici pentru bujii, la începutul anilor '30. Pînă în anul 1970, potențialul formării prin injecție a pulberilor metalice nu a fost luat în considerare. În ultimii zece ani, formarea prin injecție a pulberilor metalice (MIM-Metal Injection Moulding) a polarizat atenția și interesul specialiștilor, manifestate printr-un număr neobișnuit de mare de studii, articole și cărți, elaborate atît de centrele de cercetare din învățămîntul superior, cît și în cele din industrie, precum și prin numărul mare de brevete, conferințe și seminarii pe această temă.

Prezentarea procedeului MIM, avantaje și dezavantaje

Principial, procedeul constă din realizarea unor amestecuri plastifiate, formate din pulberi metalice și lianți organici, amestecuri care să prezinte proprietăți de curgere corespunzătoare umplerii forțate a cavității unei matrițe, respectiv formării prin injecție a profilului dorit. După formare, liantul este eliminat, iar scheletul metalic rămas este supus sinterizării, în vederea densificării.

Comparativ cu metodele clasice ale metalurgiei pulberilor, procedeul MIM oferă următoarele avantaje:

— pot fi produse piese de mare complexitate, cu forme imposibil de obținut prin alte procedee, cu densități apropiate de densitatea teoretică;

— asigură o distribuție uniformă a densității în piesa formată, cu toate avantajele care decurg din aceasta, precum și o stare de tensiuni redusă, datorită utilizării unor presiuni relativ scăzute de formare;

— geometria pieselor obținute este foarte apropiată de cea finală, ceea ce duce la eliminarea unor operații de prelucrare și la economii de materiale și costuri de fabricație;

— utilizîndu-se ca materii prime pulberi de metale și aliaje cu granulație fină, se produce un efect mai intens de sinterizare, datorat suprafeței specifice mari și activității superioare a pulberii;

— asigură toleranțe dimensionale strînse și rugozitate redusă în stare sinterizată, tot ca efect al utilizării pulberilor cu granulație fină;

— din punct de vedere economic, avantajele sînt legate de: investițiile reduse, productivitatea mare a procedeului, posibilitatea de recirculare a deșeurilor, duratele reduse de pregătire a fabricației pentru repere noi și de o mare adaptabilitate la cerințele pieței.

Dezavantajele procedeului nu sînt legate de dificultățile pur tehnice ci de cele întîmpinate în general de metalurgia pulberilor, legate de acceptarea pe piață a unor produse obținute prin procedee neconvenționale.

Situația pe plan mondial. Aplicațiile procedeului

În prezent, există în lume 45 de firme angajate în producția de comercializare a pieselor obținute prin MIM, precum și alte cîteva sute care utilizează aceste piese.

Din datele prezentate în literatura de specialitate, rezultă că dacă în anul 1985 valoarea producției de piese MIM reprezenta 10 mil. $, în 1989 aceasta a ajuns la peste 40 mil. $, estimîndu-se pentru anul 2000 o valoare de cca 1000 mil. $. Repartiția producției pe zone geografice este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1

Valoarea producției de piese MIM, mil. $

Anul	Producția mondială	America de Nord	Europa	Japonia
1988	21	15	4	2,2
1989	41	28	7	6

În producția de piese MIM, s-au abordat pînă în prezent mai multe clase de materiale metalice, și anume: aliaje fier — nichel (cu 2—50% Ni); materiale magnetice (Fe—Si, permalloy PC și PB); oțeluri inoxidabile (304 L, 316 L, 410 L, 17—4 PH etc.), oțeluri rapide; superaliaje pe bază de titan și nichel

(udimet-700, IN-100); aliaje dure pe bază de carburi și nitruri; aliaje pe bază de cobalt; aliaje grele.

Piesele care se pretează la aplicarea procedeului MIM sînt de dimensiuni relativ mici și serii mari, de formă complexă și de valoare mare, obținute, în mod uzual, prin prelucrări mecanice laborioase sau turnare de precizie.

Aplicațiile tipice cunoscute pînă în prezent includ: piese din componența utilajelor pentru industria ușoară și alimentară, piese pentru autovehicule, scule, piese de uzură, componente ale echipamentelor periferice din industria electronică, piese din superaliaje și aliaje grele pentru industria aeronautică, echipament pentru birotică, pentru tehnica medicală și militară (fig. 1 și 2).

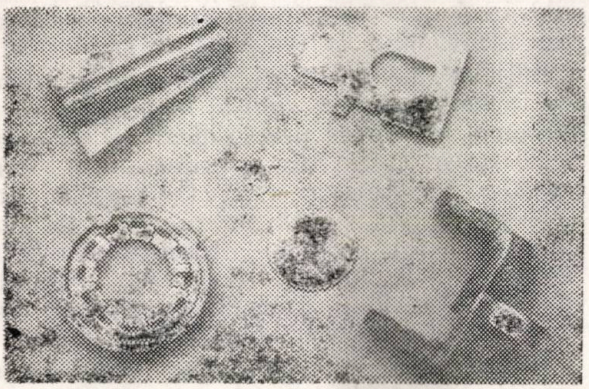


Fig. 1. Piese MIM pentru birotică, industria electronică și de armament

Fig. 1. MIM components for office equipment, electronic and armament industries

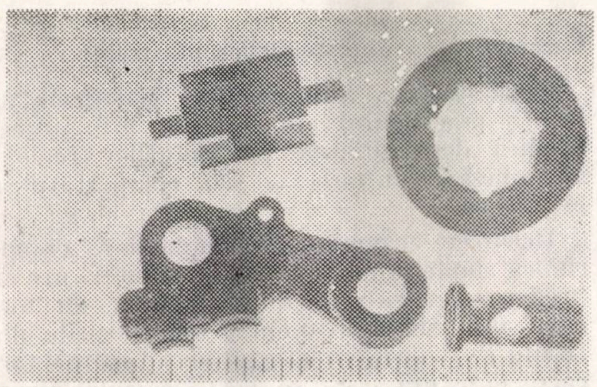


Fig. 2. Piese MIM pentru industria constructoare de mașini

Fig. 2. MIM components to the machine building industry

Amestecuri plastifiate — materii prime pentru procedeul MIM

Prin specificul său, analog cu formarea prin injecție a maselor plastice, procedeul MIM a necesitat elaborarea unor materii prime de tip special, care să prezinte o comportare plastică la temperatura de formare, astfel încît să asigure curgerea materialului în cavitatea matriței și umplerea uniformă a acesteia, indiferent de complexitatea formei. Materiile prime utilizate în procedeele clasice ale metalurgiei pulberilor, în care operația de formare se realizează prin presare, conținutul de liant în amestecul de pulberi este de maximum 2 % greutate, asigurînd granularea și lubrifierea pulberii și a pereților matriței. În mod evident, pentru realizarea unor materii prime cu proprietăți plastice, apare necesitatea de a se utiliza cantități sporite de lianți organici.

O problemă similară a fost întîlnită și la procedeul de extrudare a amestecurilor de pulberi, unde sînt necesare, de asemenea, proprietăți plastice ale amestecurilor, pentru a asigura trecerea forțată a acestora prin duza de extruziune.

În literatura de specialitate astfel de amestecuri sînt cunoscute sub denumirea de „feedstock" sau „plastisol", iar termenul corespunzător acceptat în limba română este acela de „amestec plastifiat".

O a doua problemă care trebuie avută în vedere la obținerea amestecurilor plastifiate este posibilitatea eliminării liantului în cursul operației următoare, fără a afecta compoziția pulberii și integritatea piesei formate.

Un compromis între asigurarea proprietăților plastice și cea a eliminării economice a liantului este dificil de realizat. Cu cît amestecul plastifiat este mai apropiat de caracteristicile unui material plastic, cu atît eliminarea lui ridică mai multe probleme.

Componenții unui amestec plastifiat sînt deci pulberea metalică și liantul organic.

De la început, trebuie precizat faptul că pentru optimizarea procedeului MIM se urmărește obținerea unui amestec plastifiat cu conținut maxim de pulbere (high volume loaded plastisol) pentru a micșora și controla contracția la sinterizare și, în consecință, pentru a asigura precizia dimensională a pieselor obținute. În acest sens, conținutul de liant se situează în general la nivelul de 10% greutate, ceea ce corespunde unui conținut de max. 90% vol. pulbere în amestec.

În ceea ce privește caracteristicile pulberii utilizate, acestea sînt impuse de necesitatea realizării conținutului ridicat de pulbere în amestec, respectiv de realizarea unui grad înalt de împachetare. Acest grad înalt de împachetare se poate realiza prin utilizarea unor pulberi de formă sferică, cu suprafață netedă și cu o distribuție granulometrică adecvată unei așezări dense în spațiu (particule sferice de granulație mai mare, ale căror interstiții sînt ocupate de particule fine).

Caracteristicile optime ale pulberilor utilizate în procedeul MIM se pot rezuma în următoarele: distribuția granulometrică adecvată

obținerii unei densități mari de împachetare; diametrul mediu al particulelor sub 20 μm, în vederea asigurării unei sinterizări rapide; lipsa aglomerărilor de particule în pulbere; forma particulelor predominant sferică (echiaxială); particule de pulbere dense, fără goluri interioare; frecare suficientă între particule (probabil un unghi de taluz peste 45°) pentru a se menține forma pieselor după eliminarea liantului.

Liantul este un agent cu acțiune temporară, care asigură repartiția uniformă a pulberii în masa piesei formate prin injecție pînă la începutul sinterizării. Deci, liantul nu se regăsește în compoziția finală, deși are o influență majoră asupra desfășurării procesului. Natura liantului și metodele de eliminare a acestuia constituie diferențele dintre diversele variante ale procedeului MIM.

Este recunoscut faptul că nu există un liant universal valabil; alegerea liantului depinde de cazul particular luat în considerație. Prin „liant" se înțelege de cele mai multe ori un sistem multicomponent, cu un compus major și mai mulți modificatori.

Cele mai importante caracteristici ale sistemelor de lianți sînt următoarele:

— Trebuie să asigure curgerea materialului în vederea umplerii cavității matriței, ceea ce presupune existența unei viscozități scăzute, sub 10 Pa.s, care să nu prezinte variații mari în funcție de temperatură în timpul formării.

Materialele plastice cu masă moleculară redusă (cu catenă scurtă, ca de ex. polietilenă, polipropilenă, polistiren, esterii celulozei) au caracteristici de curgere remarcabile.

— Trebuie să ude suprafața particulelor de pulbere (unghi de umectare mic) și să asigure o dispersie uniformă fără segregări și aglomerări, realizîndu-se un material cu proprietăți izotrope. Astfel de substanțe sînt cele din categoria cerurilor cu temperaturi de topire scăzute.

— Sistemul de lianți și pulberea trebuie să fie reciproc chimic pasivi, inclusiv produșii de descompunere ai substanțelor organice din componența lianților.

Temperatura de descompunere a acestor substanțe organice trebuie să fie superioară temperaturilor de preparare a amestecului plastifiat și de injecție.

Sistemele multicomponente de polimeri și ceruri cuprind de asemenea o serie de aditivi, cu rolul de îmbunătățire a viscozității și aderenței la pulberea metalică, precum și a comportării în timpul operației de deliere, în sensul lărgirii domeniului de temperatură în care se realizează eliminarea liantului.

Pe plan mondial sînt cunoscute două procedee principal diferite de formare prin injecție a pulberilor metalice:

— procedeul Rivers, brevetat în 1979, bazat pe utilizarea unei paste (șlam), formate din pulbere metalică, metilceluloză și apă;

— procedeul Wiech, brevetat în 1980-83, bazat pe utilizarea unui amestec termoplastic, format din pulbere metalică, polimeri organici și ceruri.

Aceste două procedee sînt diametral opuse prin comportarea plastică a amestecurilor pulbere+lianți, în funcție de temperatură, și anume:

— pasta preconizată de procedeul Rivers prezintă proprietăți plastice — de curgere — la temperatura ambiantă, asigurînd astfel umplerea cavității matriței de injecție, întărirea în formă avînd loc la cald prin scăderea solubilității metilcelulozei în apă;

— amestecul termoplastic preconizat de procedeul Wiech prezintă proprietăți plastice la cald, în timp ce întărirea în formă se realizează prin răcirea pînă la temperatura ambiantă.

Inițial au fost utilizate pulberi de granulație foarte fină și formă sferică, în general de tip carbonil, al căror preț ridicat a influențat negativ economicitatea procedeului. În stadiul actual al cercetărilor, după cum s-a menționat anterior, se realizează un amestec de clase granulometrice, cu un diametru mediu al particulelor de 20 μm, care rezolvă simultan obținerea unei împachetări dense și reducerea prețului de cost al materiei prime.

În mod analog, pornind de la economicitatea procedeului, evoluția sistemelor de lianți a pornit de la sisteme monocomponente, ajungînd ulterior la sisteme multicomponente, care asigură reducerea drastică a duratei operației de deliere.

Caracterizarea amestecurilor plastifiate

Caracterizarea amestecurilor plastifiate destinate procedeului de formare prin injecție implică determinarea proprietăților reologice ale amestecului, precum și a comportării sale la încălzire.

Deoarece curgerea pseudoplastică, caracteristică materialelor plastice topite, are loc predominant sub acțiunea forțelor de forfecare, prin analogie, pentru amestecurile plastifiate se determină efortul și viteza de forfecare, date din care se poate calcula viscozitatea. Aceste date se obțin cu ajutorul unui reometru capilar, care este capabil să simuleze condițiile de curgere în matrița de injecție, determinîndu-se variația viscozității în funcție de forțele de forfecare și de temperatură.

În paralel cu determinările reologice, se determină comportarea la variația vitezei de încălzire prin analiză termogravimetrică. Aceasta se efectuează atît asupra constituenților individuali ai liantului, cît și asupra sistemelor de lianți și a amestecurilor plastifiate cu diferite

conținuturi de pulberi metalice. Din analiza curbelor DTA* și DTG se determină domeniile de înmuiere, domeniile de existență în stare lichidă și de vaporizare, precum și reacțiile posibile (polimerizare, descompunere etc.).

Din datele reologice și termogravimetrice obținute, s-au stabilit o serie de tendințe importante și de relații :

— Viscozitatea amestecului plastifiat este invers proporțională cu temperatura procesului și conținutul în volum de liant și scade exponențial o dată cu conținutul de pulbere în amestec.

— Viscozitatea amestecului scade la creșterea vitezei de forfecare, influențînd pozitiv umplerea matriței la presiuni de injecție scăzute.

— S-a evidențiat existența unei viteze de curgere critice a procesului, corespunzătoare viscozității minime a amestecului și, deci, unei proporții reduse de pulbere în amestec.

Acest impediment poate fi depășit prin utilizarea unor aditivi adecvați în sistemul de lianți.

— Din variația comportării amestecurilor, în funcție de temperatură, se stabilesc regimurile termice optime pentru operația de injecție și de eliminare a liantului.

oncluzii

ormarea prin injecție a pulberilor metalice un procedeu tehnologic modern, care, în ultimii ani, a fost recunoscut pe plan mondial drept o soluție ingenioasă de realizare a unor noi materiale și piese prin metalurgia pulberilor.

Aplicarea procedeului implică elaborarea unor materii prime specifice — amestecuri plastifiate, formate din pulberi metalice fine și dintr-un sistem multicomponent de lianți organici. Aceste amestecuri trebuie să prezinte proprietăți reologice în condițiile specifice formării prin injecție și să permită eliminarea substanțelor organice în cursul operației ulterioare de deliere, fără a afecta fizic sau chimic piesa formată.

Procedeul MIM oferă un cîmp larg de investigații, atît datorită faptului că pînă în prezent nu există nici o formulă de amestec plastifiat universal valabilă, cît și datorită domeniului foarte larg de aplicații posibile.

În acest sens, la Institutul de Cercetări Metalurgice București—ICEM S.A. s-a inițiat un program de cercetare pentru realizarea unor amestecuri plastifiate destinate procedeului MIM și a unor piese de interes pentru industria românească.

BIBLIOGRAFIE

[1] Pease, L. F. *Present Status of PM Injection Moulding (MIM) An Overview.* Metal Powder Report, vol. 43, nr. 4, 1988, p. 242—254.

[2] James, P. J. *Injection Moulding of Metal Powders.* Metal Powder Report, vol. 44, nr. 5, 1989, p. 369—372.

[3] Libb, R. S., Patterson, B. P., Heflin, H. A. *Production and evaluation of PM Injection Moulding Feedstocks.* Metal Powder Report, vol. 43, nr. 4, 1988, p. 255—258.

[4] Haworth, B., James, P. J. *Injection Moulding of Powders.* Metal Powder Report, vol. 41, nr. 2, 1986, p. 146—149.

[5] Chung, C. I. ș.a. *Requirements of Binder for Powder Injection Moulding.* Proceedings of PM'89 Conference, iunie 10—14, 1989, San Diego, S.U.A., p. 67—78.

[6] German, R. M. *Optimization of the Powder Binder, Mixture.* Proceedings of PM'89 Conference, iunie 10—14 1989, San Diego, S.U.A., p. 51—65.

[7] Pease, L. F. *Overview of MIM in North America, World Market Size and Forecast.* Metal Powder Report, vol. 45, nr. 5, 1990, p. 345—354.

[8] Merhar, J. P. *Overview of Metal Injection Moulding.* Metal Powder Report, vol. 45, nr. 5, 1990, p. 339—342.

Obs. : * DAT — differeutial thermic analises;
DTG — differeutial thermic gravimetric

SIMPOZION . . .

Dintre manifestările științifice internaționale în domeniul metalurgiei, care au loc în acest an, le amintim pe următoarele :

— **„Interactive Dynamics of Convection and Solidification"**
7...14 martie 1992, Chamonix — Franța

— **„6th International Ferroalloys Congress".**
6...11 martie 1992 ; CAPETOWN — Africa de Sud

— **„International Conference on the Recycling of Metals".**
13...15 mai 1992, Düsseldorf — Germany

— **„SEAISI 36 Conference".**
25...27 mai 1992 — Filipine

— **Application of Stainless Steels '92".**
9...11 iunie 1992 — Stockholm — Suedia

— **Mechanical Properties and Deformation Behaviour of Materials having Ultra-fine Microstructures".**
14...26 iunie 1992 — Portugalia

— **„Magnetism and Structure in Systems of Reduced Dimension"**
15...19 iunie 1992 — CARGESE — Franța

CERCETĂRI PRIVIND POSIBILITATEA REALIZĂRII TRATAMENTELOR TERMOCHIMICE DE CARBURARE A PIESELOR DIN OȚEL ÎN STRATURI ELECTROCONDUCTOARE

Ing. GH. NICA
Ing. D. VASILESCU
„PRESUM PROIECT S.A." Iași

CZ : 541.11

Pe lîngă tehnologiile clasice de cementare, în ultimii ani [1], [2] s-au dezvoltat noi tehnologii moderne de mare eficiență, dintre care enumerăm : cementarea în strat fluidizat, prin implantare de ioni, la temperaturi înalte, la presiuni scăzute și altele.

Principalul impediment al extinderii pe scară largă la nivel industrial al acestor tehnologii, în anumite țări, îl constituie atragerea unor investiții importante în contradicție cu posibilitățile financiare ale multor firme specializate.

Comparativ cu cele de mai sus, tehnologia propusă poate fi realizată cu instalații simple, ușor de construit cu forțe proprii, la îndemîna unităților noastre.

Literatura de specialitate [3], [5] recomandă, pentru obținerea unui strat cementat cu carbon (al unei piese din oțel) cu grosimea de 1,0 mm, menținerea pieselor la temperaturi ridicate : cca 990°C, timp de 3 — 12 h, în funcție de varianta tehnologică adoptată. Prin tehnologia de cementare propusă, obținerea unui strat cementat, cu grosimea de un milimetru, se realizează în 1—2 ore.

Procesul tehnologic de cementare

Tehnologia constă în : depunerea unei paste de cementare pe suprafața pieselor din oțel supuse tratamentului termochimic, împachetarea ei într-un amestec granular electroconductor, introducerea piesei într-o incintă paralelipipedică (fig. 1) sau circulară și legarea sistemului la un circuit de curent electric, debitat de un transformator cu tensiune secundară reglabilă între 50 și 150 V și intensitatea cuprinsă între 250 și 1000 A.

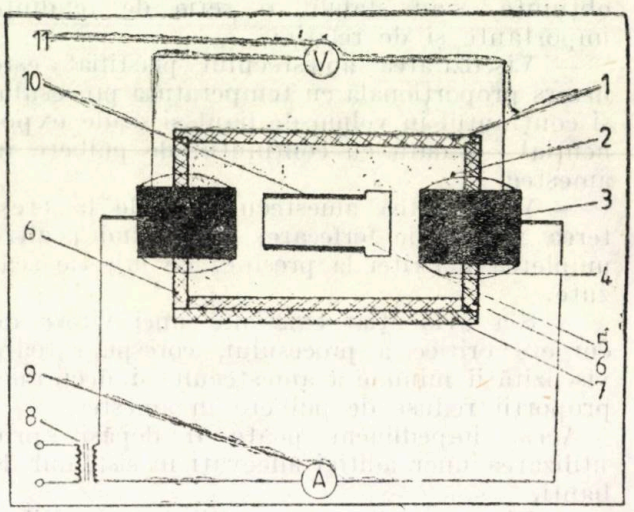


Fig. 1. Schema tehnologiei de carburare a pieselor din oțel în straturi electroconductoare : *1* — capacul cuptorului ; *2* — amestec electroconductor ; *3* — electrozi din grafit ; *4* — beton refractar pentru rigidizarea electrozilor ; *5* — piese de tratat ; *6* — perete lateral ; *7* — vatră fixă ; *8* — transformator de alimentare ; *9* — ampermetru ; *10* — pastă de cementare ; *11* — voltmetru

Fig. 1. The operations diagram for carburizing steel components in electroconductive layers : *1* — furnace lid ; *2* — electroconductive mix ; *3* — graphite electrodes ; *4* — refractory concrete for electrode stiffeuing ; *5* — components to be treated ; *6* — side wall ; *7* — fix hearth ; *8* — feeding transformer ; *9* — A — meter ; *10* — carburizing slurry ; *11* — voltmeter

Incinta propriu-zisă de tratament termochimic este o cuvă de șamotă avînd pereții laterali și capacul superior sub formă de panouri mobile, pentru a permite încărcarea și descărcarea uscară a șarjei.

Amestecul electroconductor și șarja constituie elementele de închidere a unui circuit electric de joasă tensiune, la care este conectat cuptorul propriu-zis.

Mecanismul și cinetica procesului de cementare. Conform cercetărilor experimentale efectuate a rezultat că la baza procesului stau fenomene de transfer de masă prin difuzie a carbonului la zona interfazică metal-pastă de cementare. Saturarea prin difuzie cu carbon a oțelurilor supuse cementării, în regimuri staționare de temperatură, are loc conform legilor lui Fick [6].

Legea a doua exprimă variația concentrației substanței care difuzează în unitatea de timp :

$$\frac{dc}{dt} = D\,\frac{d^2C}{dx^2} \qquad (1)$$

în care:

C este concentrația substanței care difuzează, %; t — timpul de difuzie, s; x — direcția și adîncimea de difuzie, mm; D — coeficientul de difuzie, cm²/s.

În general, „motorul" difuziei îl constituie gradientul potențialului chimic al elementului care difuzează sau activitatea sa termodinamică. Activitatea termodinamică a carbonului în austenită se micșorează o dată cu creșterea temperaturii:

$$1gac = \frac{1gMc}{1 - 5Mc} + \frac{2105}{T} - 0{,}06735 \qquad (2)$$

unde:

ac este activitatea termodinamică a carbonului; Mc — concentrația în atomi; T — temperatura absolută.

O consecință importantă a relației (2) o constituie posibilitatea răcirii la suprafața piesei și creării unui gradient de activitate a carbonului orientat de la suprafață către zona caldă din interiorul piesei.

Efectul difuziei îl constituie deplasarea carbonului din straturile superficiale saturate către zona din interiorul piesei, fapt care duce la accelerarea transportului masic al lui către centrul piesei, decarburînd-o la suprafață.

Prin încălzirea ulterioară a șarjei, concentrația carbonului în stratul decarburat se restabilește la valorile inițiale.

Potrivit relației (2), din punctul de vedere al regimului de temperatură, se pot desprinde trei direcții principale de cercetare a metodei de cementare în straturi electroconductoare, și anume:

— executarea cementării în regim termociclic (prin încălziri-răciri repetate de șarje), prin repetarea ciclului de încălzire-răcire, ducînd la ridicarea concentrației în carbon la valori superioare potențialului chimic al pastei de cementare, metodă care face obiectul acestui articol;

— efectuarea cementării în regim izoterm;

— cementarea în regim „tranzitoriu", combinînd metoda termociclică cu cea izotermă.

Compoziția pastei de cementare. Pasta de cementare conține următoarele elemente: elementul de carburare: grafit, mangal, cocs petrol, negru de fum; elementul de liere: rășini naturale și sintetice; elementul de activare: carbonat de bariu, de sodiu, clorură de amoniu; elementul de dispersie: alcool izopropilic, metilic și etilic; elementul inhibitor: naftenat de cobalt, fluoruri, polivinili etc.

Toate aceste elemente [5], adăugate în proporții bine definite, au permis găsirea unor compoziții optime a pastei de cementare. În scopul determinării performanțelor și a parametrilor noii tehnologii s-au efectuat mai multe experimente utilizînd piese cilindrice confecționate din mărcile de oțeluri OLC 20 și 33 MoCr11 în stare normalizată [fig. 2 și 3].

În cazul cementării pieselor confecționate din oțel OLC 20, parametrii caracteristici au

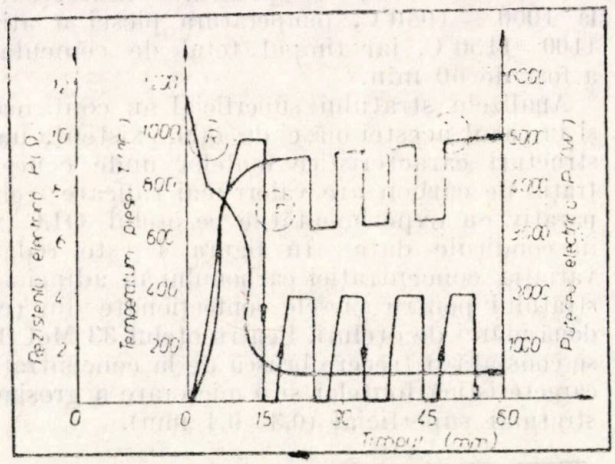


Fig. 2. Variația rezistenței electrice a amestecului electroconductor cu temperatura și puterea electrică a instalației pe durata unui ciclu de carburare pentru piese din oțelOLC20

Fig. 2. The variation of the electric resistance of the electroconductive mix with the temperature and the electric power of the equipment during a carburizing cycle for OLC 20 steel components

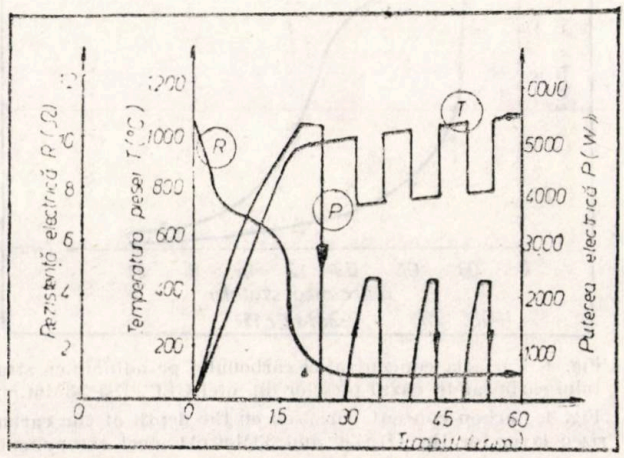


Fig. 3. Variația rezistenței electrice a amestecului electroconductor cu temperatura și puterea electrică a instalației pe durata unui ciclu de carburare pentru piese din oțel 33MoCr11

Fig. 3. The change of the electric resistance of the electroconductive mix with the temperature and the electric power of the equipment during a carburizing cycle for 33MoCr11 steel components

fost: tensiunea electrică medie 50V; intensitatea 300A; durata de tratament 60 min; temperatura la care s-a încălzit amestecul electroconductor 850—900°C; temperatura suprafeței piesei la 950—1000°C.

Analizele chimice, difractometrice și metalografice ale stratului superficial, au pus în

evidență structuri și compoziții caracteristice fontelor, în care concentrația de carbon este C = 2,2 – 2,5% sub care există o zonă hipoeutectoidă (fig. 4). Pentru verificarea potențialului de carburare, s-a experimentat și marca de oțel 33 MoCr11, unde tensiunea electrică a crescut la 70V, temperatura amestecului la 1000 – 1050°C, temperatura piesei a atins 1100–1150°C, iar timpul total de cementare a fost de 60 min.

Analizele stratului superficial au confirmat, și în cazul acestei mărci de oțel, existența unei structuri caracteristice fontelor unde concentrația de carbon are valori mai ridicate (comparativ cu experimentările pe oțelul OLC 20 în condițiile date). În figura 4 este redată variația concentrației carbonului în adîncimea stratului pentru piesele confecționate din cele două mărci de oțeluri. Pentru oțelul 33 MoCr11 se constată o trecere bruscă de la concentrația caracteristică fontelor și o micșorare a grosimii stratului superficial (0,3–0,4 mm).

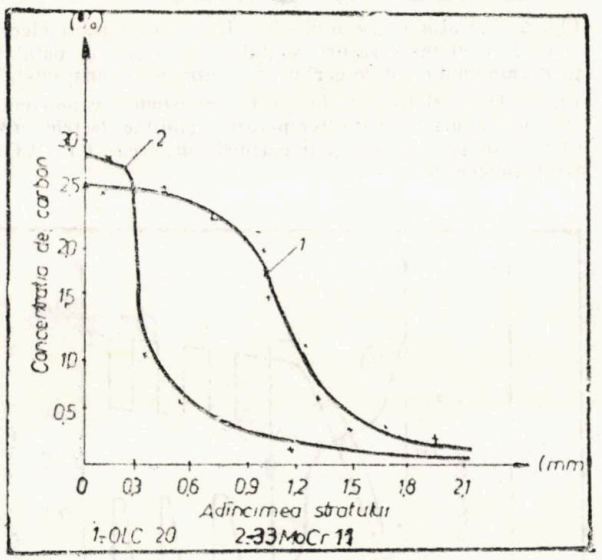


Fig. 4. Variația concentrației carbonului pe adîncimea stratului carburat în cazul pieselor din oțel OLC20 și 33MoCr11

Fig. 4. Carbon content variation on the depth of the carburized layer for the OLC20 and 33MoCr11 steel components

Tratamentul termic aplicat după cementare

Regimul de tratament termic al probelor cementate (Ø 50 × 100 mm) este redat în ciclograma din figura 5 și include trei tipuri distincte, avînd ca obiectiv asigurarea unor structuri corespunzătoare atît în miez cît și în stratul cementat.

Ulterior s-a renunțat la tratamentul 1, întrucît nu s-au observat deosebiri structurale ale miezului (la microscopul metalografic), datorită probabil duratei reduse de cementare și a condițiilor propriu-zise oferite de acest procedeu, care permite menținerea unei structuri fine (aproximativ aceeași structură pe care piesele le posedau înainte de cementare), fără posibilitatea creșterii grăuntelui de austenită.

Avîndu-se în vedere că stratul superficial conține carbon peste 2,2% (strat specific fontelor), tratamentul termic afectează numai

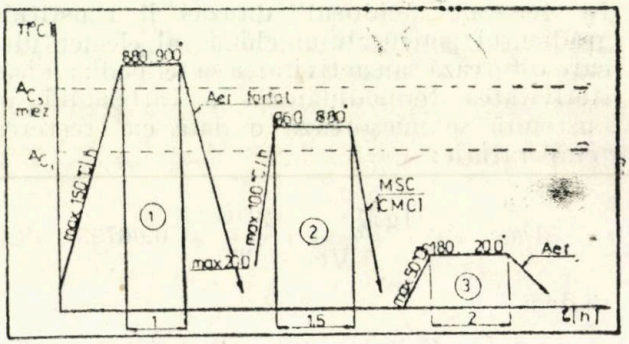


Fig. 5. Diagrama de tratament termic aplicat pieselor din oțel carburate în straturi electroconductoare (oțel OLC20 și 33MoCr11)

Fig. 5. Heat treatment diagram for steel parts carburized in electroconductive layers (OLC20 and 33MoCr11 steel)

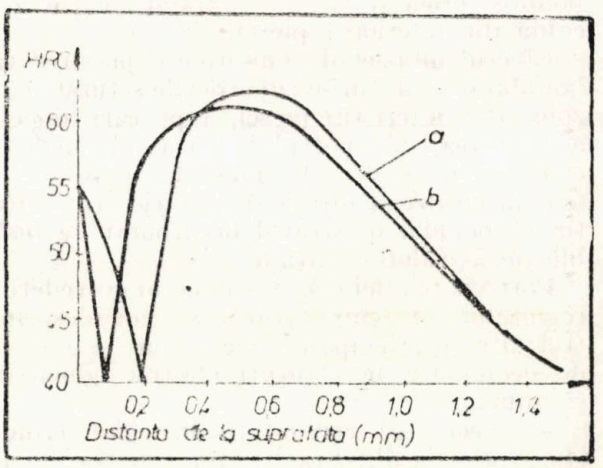


Fig. 6. Variația durității cu secțiunea transversală a pieselor din oțel carburate în straturi electroconductoare și tratate conform diagramei din figura 5 : *a*-oțel OLC20 ; *b*-oțel 33MoCr11

Fig. 6. The hardness variation with the cross-section of the steel parts carburized in electroconductive layers and treated according to the diagram in figure 5: *a*-OLC20 steel ; *b*-33MoCr11 steel

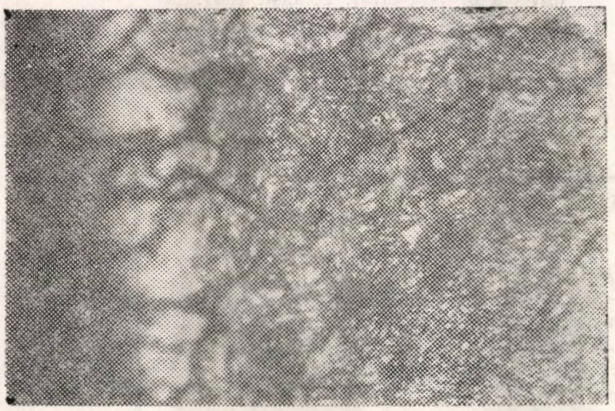
structura masei metalice de bază, care poate fi asimilată cu un oțel hipoeutectoid, cu un conținut de carbon legat C ⩽ 0,77%.

Temperatura de austenitizare la călire trebuie să asigure omogenizarea austenitei dar, spre deosebire de oțeluri, nu apare pericolul creșterii granulației [6], însă o supraîncălzire poate accelera sensibilitatea la deformare și fisurare (în timpul călirii).

În conformitate cu cele de mai sus, s-a ales intervalul de temperatură pentru călire cuprins între 860 și 880°C, iar răcirea se efectuează în așa fel încît să asigure formarea, în stratul

superficial cementat, a unei structuri (cu duritate maximă), formată din martensită aciculară fină, cu carburi globulare.

Ciclul de tratament termic se încheie cu o revenire joasă la 180—200°C, care mărește tenacitatea și rezistența la încovoiere (fig. 6 și 7).



a

b

Fig. 7. Microstructura stratului și a zonei de trecere a pieselor din oțel carburate în straturi electroconductoare: *a* — stratul superficial din oțel OLC20; *b* — stratul superficial din oțel 33MoCr11

Fig. 7. The microstructure of the layer and the transition zone of the steel carburized in electroconductive layers: *a* — surface layer of OLC20 steel; *b* — surface layer of 33MoCr11 steel

Din cele prezentate rezultă că pe suprafața pieselor din oțel se acumulează o energie termică ridicată într-un timp scurt, condiționată de o serie de factori, cum ar fi: realizarea unui proces de descărcare ionică în apropierea sau pe suprafața piesei; concentrarea cîmpului electric pe suprafața pieselor unde atinge cele mai ridicate valori, dispersia lui avînd loc de o parte și de alta a miezului piesei, respectiv spre amestecul electroconductor; existența curenților „Focault" în piese, ca urmare a curentului alternativ din circuit.

Concluzii

Cementarea în amestecuri electroconductoare permite saturarea suprafețelor pieselor metalice în elemente active dorite (C, N_2, B, V etc.), la durate mici, cu consumuri minime de materii prime și energie.

Existența unui strat de compoziție și structură a fontelor indică faptul că, prin metoda aplicată, temperatura la suprafața pieselor o depășește cu mult pe cea a mediului de carburare, apreciindu-se la o valoare care depășește temperatura eutectică.

Faptul că sub stratul cu aspectul structural tipic forței se află o zonă cu grăunți fini este o indicație în plus că energia termică se concentrează doar la interfața metal-amestec electroconductor, scăzînd mult în adîncime de o parte și de alta a stratului.

În urma experimentărilor de laborator au rezultat următoarele:

— Experimental s-a demonstrat posibilitatea cementării pieselor din oțel în amestecuri electroconductoare.

— Cementarea pieselor se realizează în condițiile existenței unui gradient ridicat de temperatură la interfața metal—amestecuri electroconductoare într-un timp scurt (60 min).

— La puteri mai mici, stratul cementat are o structură eutectoidă care atinge către miez caracteristicile unei structuri hipoeutectoide.

— La puteri mai mari, în stratul exterior apare fonta, urmată de o zonă eutectoidă și apoi hipereutectoidă de trecere către miez.

— Activitatea mediului este mult mai ridicată decît în tehnologiile clasice de cementare, ca urmare a valorii înalte a temperaturii din interfața metal — amestecuri electroconductoare.

— Cementarea în amestecuri electroconductoare în regim termociclic (2) duce la obținerea unui strat cementat cu grosime mare. Astfel, în cazul carburării unui oțel cu conținut scăzut de carbon rezultă o grosime a stratului de 1,0—1,2 mm într-un timp de cca 60 min, știut fiind că literatura de specialitate [3], [4], [6] reamintește că, prin tehnologiile clasice de cementare

cu carbon, formarea unui strat, avînd grosimea de 1mm, necesită menţineri de 3—12 ore.

— Eficienţa economică a procedeului este de două-trei ori mai ridicată comparativ cu tehnologiile clasice pentru aceeaşi marcă de oţel şi aceeaşi grosime a stratului cementat, iar caracteristicile stratului sînt superioare.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Procedeu de carbonitrurare a arborilor cotiţi.* In: Design Engineering, Anglia, nr. 1, 1988, p. 6.

[2] * * * *Procedeu de nitrurare a pieselor metalice.* In: Industrial Lubrication and Tribology, Anglia, 39, nr. 1, 1987, p. 28—29.

[3] Cartis, Gh. *Tratamente termochimice.* Timişoara, Ed. Facla, 1988.

[4] Hopulele, I. ş.a. Tratamente termice şi termochimice, vol. I şi II. I. P. Iaşi, 1984.

[5] Brevet R.S.R., nr. 101900.

[6] Protopopescu, H. *Metalografie şi tratamente termice.* Bucureşti, E.D.P. 1983.

SIMPOZION . . .

„**Statics and Dynamics of Alloy Phase Transformations**".
21 iunie — 3 iulie 1992 — Rhodos — Grecia
— „**New Perspectives in Computer Simulation**".
12...24 iulie 1992 Alghero Sardinia — Italia
— „**International Conference on Martensitic Transformation**".
20...24 iulie 1992 Monterey — California
— „**39th International Field Emission Symposion**".
10...14 august 1922, Halifay Noua Scoţie — Canada
— **7th IFAC Symposion on Automatica in Mining and Metal Processing.**
26...28 august 1992 Beijing — China
— „**High Pressure Chemistry, Biochemistry and Materials Science**".
1...14 septembrie 1992 Martela — Italia
— „**10th European Congress on Electron Microscopy**".
7...11 septembrie 1992, Granada — Spania
— „**T.M.S. — Minerals — Metals — Materials**
octombrie 1992 — Detroit — Michingan — SUA
— **A.M.S. — T.M.S. Materials Week '92**
2...5 octombrie 1992 Chicago, Ilinois — SUA

revista revistelor

GIESSEREI, GIESSEREITECHNIK, GERMANIA, nr. 9, 1991

Rolul formei la turnarea fără reţea a pieselor de greutate maximă, din fontă de turnătorie cu grafit nodular, p. 317.

Implementarea software-ului standard într-o turnătorie p. 322.

Topirea în cubilou cu antracit, cercetări efectuate pe o instalaţie de turnare continuă vietnameză pentru ţevi din fontă. Partea a 2-a: instalaţia de turnare continuă şi propuneri de soluţii pentru optimizarea gospodăririi energiei, p. 326.

Ateliere de modelărie în Elveţia, p. 330.

Sinteză bibliografică anuală asupra fontei de turnătorie cu grafit lamelar (urmare 25), p. 333.

GIESSEREI, GIESSEREITECHNIK, GERMANIA, nr. 12, 1991

O turnătorie îşi modernizează instalaţiile de elaborare a fontei de turnătorie şi aliajelor cuproase, p. 400.

Experienţe dobîndite în exploatarea unui recuperator cu temperatură înaltă pentru un cubilou, p. 408.

Procedee de iniţiere în programarea curăţirii automatizate a pieselor turnate cu ajutorul maşinilor — unelte, p. 412.

Aspecte privind determinarea dilatării aliajelor de aluminiu şi cupru în timpul solidificării, p. 416.

Influenţa defectelor de suprafaţă ale pieselor turnate din oţel asupra formării fisurilor ca urmare a sarcinilor ciclice, p. 422.

Germania, patrie unită — ornamente din fier din secolul al 19-lea, p. 426.

Exploatarea şi prelucrarea minereului în partea de nord a regiunii Frankenwald. Uzina Heinrichshütte la Wurzbach era acum 150 de ani o turnătorie de fier, p. 430.

Sinteză bibliografică anuală asupra pieselor turnate din oţel (urmare 27), p. 433.

GIESSEREI, GIESSEREITECHNIK, GERMANIA, nr. 13, 1991

Uniunea specialiştilor germani în turnătorie — realizări şi obiective pe anul 1990, p. 449.

Maşini-unelte de capacitate înaltă pentru atelierele de modelare şi formare — soluţii flexibile începînd de la atelierele de execuţie manuală şi pînă la execuţia asistată de calculator (CIM), p. 482.

Forţa apei utilizate la prelucrarea fierului în evul mediu, precursor al turnării fierului, p. 486.

Întrunirea specialiştilor austrieci în turnătorie cu participare internaţională, p. 488.

DETERMINAREA PRIN SPECTROSCOPIE ESCA *) A STOICHIOMETRIEI OXIZILOR DEZVOLTAȚI PE OȚEL CARBON TESTAT LA COROZIUNE

Fiz. A. ANDREI
IRNE Pitești
Dr. fiz. GH. VLAICU
C. O. S. Tîrgoviște

CZ : 543.42 : 546.26

Analizele prin ESCA au fost efectuate pe eșantioane de oțel carbon tip S-106, grad B.

S-au analizat două probe care au fost autoclavizate la 300°C și 87 atm, în apă litiată, la pH = 10,5 în autoclave cu circulație.

Oxigenul dizolvat a fost parțial eliminat prin barbotare cu azot.

Probele au fost testate la timpi diferiți, șase și 85 zile. Au fost degresate și ținute timp de 20 de ore în vasul de preparare al spectrometrului de electroni, în condiții de vid înaintat (10^{-8} torr).

Proba autoclavizată timp de 85 de zile a fost analizată, apoi adusă în vasul de preparare și bombardată cu ioni de argon perioade de timp determinate, apoi, din nou analizată în scopul măsurării variațiilor de stoichiometrie.

Analizele au fost efectuate prin tehnica XPS, folosindu-se spectrometrul de electroni ESCALAB MK II.

Pentru excitarea fotoelectronilor s-a folosit radiația A1K.

Tubul de raze X a fost operat la 13 kV și 20 mA, curent de emisie.

În vasul experimental, în timpul analizelor, au fost condiții de vid ultraînalt (2×10^{-10} torr).

S-a lucrat cu analizorul în modul CAE (Constant Energy Analyser), energia fotoelectronilor admiși să treacă prin analizor fiind fixată la 10 eV.

Condițiile de lucru fixate au fost selectate ținînd cont de faptul că determinările de stoichiometrie necesită obținerea unor spectre cu rezoluție energetică înaltă.

Pentru a avea un raport semnal-zgomot convenabil s-a efectuat achiziția de date folosindu-se cinci scanuri.

Pentru identificarea poziției liniei O_{1s}, provenind de la FeO și Fe_2O_3, s-au folosit două etaloane: o probă de Fe_2O_3 și una de Fe_3O_4.

Prin compararea ariilor corespunzătoare liniilor de Fe 2P și O_{1s} din FeO și Fe_2O_3, s-a estimat stoichiometria oxizilor aflați pe suprafața materialului.

Deoarece liniile spectrale nu au fost suficient separate pentru a apărea rezolvate, estimarea energiilor și ariilor corespunzătoare liniilor O_{1s} și Fe 2P s-a făcut folosind un program de deconvoluție.

Acest program pornește de la niște valori de start ale parametrilor care definesc liniile spectrale; folosind criteriul celor mai mici pătrate el determină, printr-o metodă iterativă, parametrii liniilor (energia, lărgimea la semiînălțime, înălțimea și raportul Gauss-Lorentz), care se potrivesc cel mai bine cu datele experimentale.

Spectrele obținute, tabelele de cuantificare și rezultatele deconvolutărilor sînt redate în tabelele 1 și 2.

Tabelul 1

Energiile liniei O_{1s} (eV)

Proba	„O" absorbit	„O" din Fe_2O_3	„O" din FeO
Etalon Fe_2O_3	957,1	959,85	—
Etalon Fe_3O_4	957,1	958,9	960,2
P_1	957,18	959,0	—
A_1	957,1	959,0	—
A_3	957,1	959,0	960,7
A_4	957,1	958,9	959,9

Proba P_1 a fost autoclavizată șase zile; A_4: 85 zile; A_1: 85 zile și curățită 100 min, iar A_3 a fost autoclavizată 85 zile și curățită 30 min.

Rezultatele confirmă faptul că Fe_3O_4 este de fapt un amestec de FeO și Fe_2O_3.

Proba P_1 scoasă din autoclavă după șase zile de testare este acoperită cu Fe_2O_3.

Proba A_4 are pe suprafață un oxid cu stoichiometria de tip Fe_3O_4.

* ESCA – Electron Spectroscopy for Chemical Analysis

Tabelul 2

Rezultatele cuantificării spectrelor în cazul probelor A_3 și A_4

Proba	Compoziția chimică, procente atomice	Stoichiometria
A_3	O din FeO = 21,53% O din Fe_2O_3 = 78,47%	1 3,65
A_4	O din FeO = 83,13% O din Fe_2O_3 = 16,87%	1 0,20

După curățire prin bombardament ionic timp de 30 min, pe suprafața probei se găsește un amestec de oxizi FeO și Fe_2O_3.

După zece minute de curățire oțelul rămîne acoperit pe suprafață cu Fe_2O_3.

Datele obținute prin ESCA sînt în concordanță cu cele din literatură și arată formarea într-o primă etapă a unui film de Fe_2O_3, care își modifică treptat, prin îngroșare, stoichiometria, transformîndu-se în Fe_3O_4.

Concluzii

Spectroscopia de electroni ESCA permite determinarea stoichiometriei filmelor de oxizi formați pe suprafața oțelului carbon și obținerea unor informații privind variațiile stoichiometriei în vecinătatea suprafeței.

În cazul oțelului carbon autoclavizat în mediu alcalin, în primele etape se formează un film de oxid superficial de Fe_2O_3 care, în urma procesului de creștere a filmului, își modifică stoichiometria transformîndu-se în Fe_3O_4.

BIBLIOGRAFIE

[1] Yeager, E. Surf. Sci. 101; 1, 1980.

[2] Scherwood, P. M. A. Surf. Sci. 101; 619, 1980.

[3] Luca, C. ș.a. Rev. Roumaine Chim. 34, 197, 1989.

[4] Briggs, D. Handbook on X-ray and Ultraviolet. Photoelectron Spectroscopy, Heyden & Son Ltd, 1977, p. 177.

revista revistelor

STAL, U.R.S.S., nr. 1, 1991

Posibilități de creștere a eficienței de utilizare a gazelor naturale la elaborarea fontei în furnal, p. 7

Instalație de granulare a zgurilor metalurgice cu obținerea produsului uscat, p. 10

Dependența proprietăților zgurii granulate de umiditatea acesteia, p. 12

Mecanism de absorbție — disociere și cinetica reducerii trifazice cu carbon a fierului, p. 15

Model termodinamic de elaborare și problema realizării modelului determinativ al procesului de elaborare a oțelului, p. 19

Mecanismul de topire a materialelor și reducerea metalelor din topiturile de oxizi, p. 23

Controlul calității semifabricatelor turnate continuu, p. 27

Problemele defosforării oțelului înalt aliat, p. 31

Cinetica afinării metalului cu gaze în electrometalurgia specială sub vid, p. 35

Particularitățile reglării puterii în băile cuptoarelor electrice rotunde cu trei electrozi pentru reducerea minereurilor, p. 38

Studierea modificărilor defectelor superficiale la laminarea pe laminoarele degrosisoare, p. 43

Stabilizarea lățimii benzilor pe liniile continue de laminare la cald, p. 45

Calcularea regimului de laminare la cald a oțelului crom-nichel rezistent la coroziune la laminorul 1700, p. 48

Direcțiile principale ale reconstrucției laminoarelor de sîrmă, p. 50

Mărimea duratei de funcționare a cilindrilor la laminarea necalibrată, p. 54

Mărirea duratei suportului de sprijin al cilindrului de laminor, p. 55

Încălzirea la temperaturi înalte a țaglelor pentru țevi în cuptoare cu vatră pășitoare, p. 57

Creșterea eficienței de construcție și de funcționare a cuptoarelor de tragere a produselor mărunte, p. 62

Durificarea termică a tablei groase din oțel carbon pînă la nivelul proprietăților oțelului slab aliat, p. 64

Particularitățile formării structurii la tratamentul mecanico-termic al oțelului pentru matrițarea în volum la rece, p. 69

Influența condițiilor de recoacere în cuptorul cu clopot asupra proprietăților oțelului 08 kp, p. 72

Producția de pulberi de fier parțial aliate, p. 76

Reglarea formării prețurilor la produsele de metal în perioada trecerii la economia de piață, p. 82

Elaborarea și introducerea tehnologiei de prelucrare a reziduurilor bogate în cenușă cu conținut de vanadiu, rezultate de la centralele termice, p. 85

Perfecționarea prelucrării deșeurilor de metal în colonadă de presă, p. 88

Economia de energie în cazul utilizării zgurilor de furnal și de la oțelării, p. 88

CALITATEA PIESELOR TURNATE DIN OȚEL ÎN FORME CU MODELE GAZIFICABILE

Ing. I. MĂRGINEAN, prof. dr. ing. L. SOFRONI, Dr. ing. FL. ȘTEFĂNESCU și dr.ing. C. BRATU
Institutul Politehnic București

CZ : 621.747

Realizarea pieselor turnate în forme din material granular fără liant, utilizînd modele gazificabile (din polistiren expandat), reprezintă o tehnologie cu mari perspective, deoarece apar o serie de avantaje cu caracter tehnologic și economic, cu implicații pozitive asupra calității pieselor turnate. Prin aplicarea procedeului rezultă:

— eliminarea planului de separație la model și formă, simplificarea sistemului de maselotare și rețelei de turnare;

— absența miezurilor clasice (cu marcă) și, deci, eliminarea pericolului de dezaxare, fiind posibilă reducerea toleranțelor;

— eliminarea operației de demulare, care permite realizarea unor piese fără adaosuri tehnologice, necesare obținerii înclinărilor constructive; apare, astfel, posibilitatea utilizării modelelor cu o conicitate inversă și a creșterii coeficientului de scoatere cu 5 ... 15%;

— absența liantului, care duce la eliminarea sectoarelor de preparare a materialului de formare, de miezuire și de uscare a formelor, precum și la reducerea operațiilor de formare (fiind necesară o simplă împachetare a modelelor) și a dezbaterii, în condițiile unei recirculări aproape totale (90—95%) a materialului granular.

Calitatea modelului gazificabil, de care depinde calitatea piesei turnate, se exprimă atît prin netezimea suprafeței, stabilitatea dimensională, rigiditate, cît și prin compoziția produselor de termodistrucție. Polistirenul, folosit ca material pentru modele, conține de obicei 94% C și 4% H_2 și are formula chimică: $(CH_2 = C_3H_5)\ n$, iar prin termodistrucție rezultă produse lichide (în curs de gazificare), gazoase și solide (produse de cocsificare) sub formă de particule. Prezența acestor produse, în corelație cu factorii tehnologici ai procesului de turnare și proprietățile termofizice ale formei, influențează calitatea pieselor turnate.

Modificarea superficială a compoziției chimice a aliajului (prin dizolvare de carbon) duce la schimbarea structurii și proprietăților materialului turnat.

Pericolul de apariție a suflurilor exogene este diminuat de permeabilitatea ridicată a formei.

Determinările experimentale s-au efectuat utilizînd diverse sorturi de polistiren pentru modele (cu densități cuprinse între 15 și 60 kg/m³), diverse tipuri de materiale pentru formare (nisip cuarțos, de zircon, de cromit, granule de grafit și amestec clasic) și diferite aliaje (feroase și neferoase). Deoarece s-a constatat că influența produselor de termodistrucție este mai puternică în cazul oțelului, cercetările s-au axat în mod deosebit pe turnarea unor probe din acest tip de aliaj.

Cercetările au urmărit în special analizarea procesului de carburare superficială a oțelului și au constat din:

— punerea în evidență a modului și nivelului de influență a produselor de termodistrucție;

— stabilirea implicațiilor de ordin calitativ, care țin de natura materialului granular utilizat la realizarea formelor;

— determinarea influenței poziției de turnare.

De asemenea, s-a studiat rolul calității materialelor de formare (fără a utiliza vopsele refractare) asupra defectelor de turnare (în special sufluri).

S-au utilizat probe de formă paralelipipedică 20 × 30 × 150 mm, folosind polistiren expandat cu densitatea de 24 kg/m³, fără a folosi vopsele refractare. Probele, plasate echidistant față de piciorul de turnare, s-au turnat în poziție orizontală, verticală și înclinată (la 45° față de orizontală).

Aliajul (oțel nealiat cu 0,3% C) s-a elaborat într-un cuptor cu inducție și s-a turnat la 1560 °C.

Probele, împachetate în cutii de turnare, utilizînd nisip de Aghireș, de zircon, de cromit și amestec clasic, s-au dezbătut după șase ore de la turnare.

Eșantioanele pentru analiza chimică a carbonului au fost obținute prin decupare mecanică (strunjire cu viteză mică) pe lungimea probei. Determinarea durității s-a făcut cu un aparat Brinell.

Aprecierea defectelor de volum (ΔV), de suprafață (ΔS), precum și adîncimii de pătrundere a lor în piesă (Δn), s-a realizat prin analiză cu aparate optice de mărire (lupă, microscop).

Reprezentările grafice din figura 1 pun în evidență variația conținutului de carbon pe lungimea probei turnate, în funcție de natura

materialului granular utilizat la realizarea formei, de poziția probei la turnare și de locul de prelevare a probei pentru analiza chimică.

Se constată valori ridicate ale conținutului în carbon pe distanțe de pînă la 2mm față de suprafața frontală a probei.

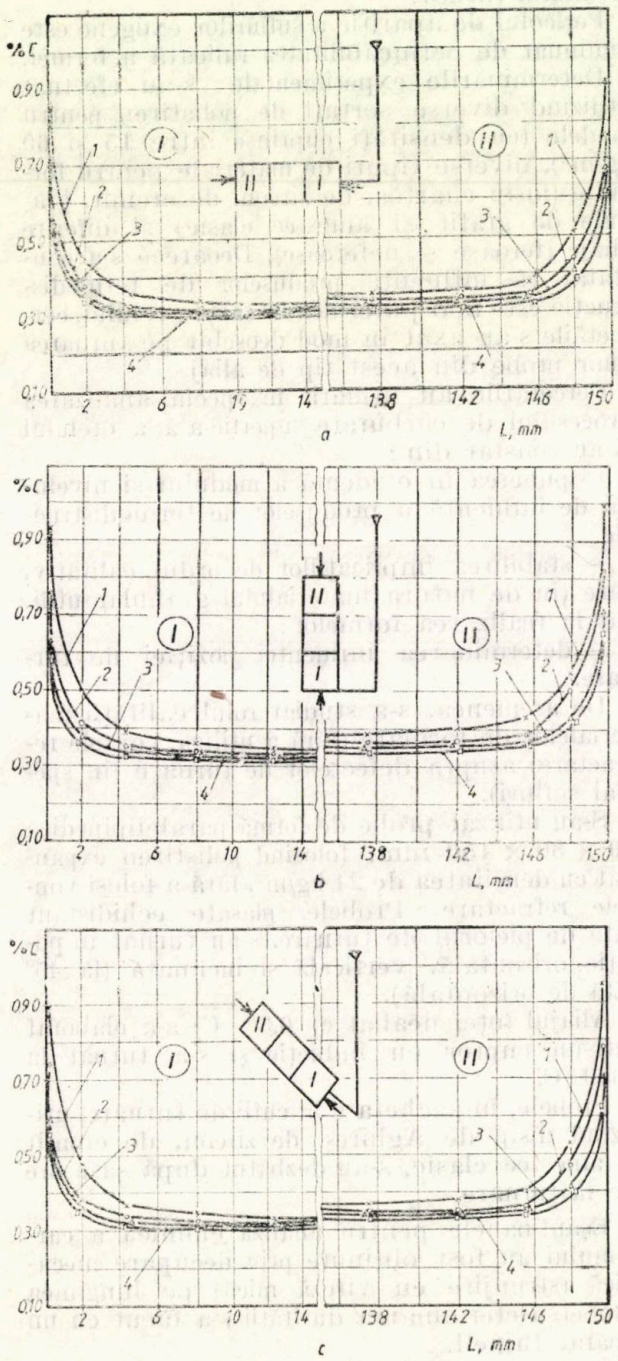


Fig. 1. Variația conținutului de carbon pe lungimea probei: *a* — poziție orizontală; *b* — poziție verticală; *c* — poziție înclinată; *1* — zircon; *2* — cromit; *3* — amestec clasic; *4* — nisip cuarțos

Fig. 1. Carbon content variation on test piece length; *a* — horisontal position; *b* — vertical position; *c* — tilted position; *1* — zirconia; *2* — chromite; *3* — conventional mix; *4* — quartz sand

Rezultă și faptul că, la aceeași distanță față de această suprafață, valorile conținutului de carbon sînt mai ridicate (cu circa 0,04—0,05%) la capătul opus alimentatorului.

Acest fenomen poate fi explicat, pe de o parte, prin faptul că la partea opusă alimentatorului ajunge aliajul care a venit un timp mai îndelungat în contact cu produsele furnizoare de carbon, iar pe de altă parte, prin faptul că în zona respectivă forma se impregnează cu o cantitate mai mare de produse de termodistrucție, care au tendința de a se deplasa spre partea superioară, pe măsură ce aliajul umple cavitatea formei.

Natura formei influențează procesul de carburare, proces care este mai pronunțat în cazul zirconului și din ce în ce mai redus pentru cromit, amestec clasic și nisip.

Această influență diferențiată se explică prin proprietățile termofizice diferite ale materialelor de formare (astfel, coeficientul de acumulare a căldurii variază de la 2000—2200 $Ws^{1/2}/m^2K$ în cazul zirconului, la cca 900 $Ws^{1/2}/m^2K$, în cazul nisipului cuarțos).

Produsele de termodistrucție se condensează și se vaporizează succesiv pe măsură ce materialul formei se încălzește și difuzează astfel tot mai adînc în peretele formei.

O capacitate mai mare de acumulare a căldurii favorizează condensarea produselor rezultate din gazificarea polistirenului în imediata apropiere a suprafeței formei care vine în contact cu aliajul lichid. Rezultă o durată mai mare de contact între aliaj și materialele cu un conținut ridicat de carbon, ceea ce duce la intensificarea procesului de carburare. Difuzia carbonului spre suprafața aliajului este favorizată și de presiunea crescută a produselor gazoase de la interfață, ca urmare a micșorării permeabilității formei în zona de contact cu aliajul.

Influența poziției de turnare a fost analizată pe probe turnate orizontal, vertical și înclinat, analiza chimică a carbonului determinîndu-se pe decupaje realizate din partea frontală a probei, opusă locului de alimentare (fig. 2).

Carburarea diferențiată a aliajului, în funcție de poziția de turnare pe diferite zone, este confirmată de modificarea corespunzătoare a durității (fig. 3 și 4).

Influența naturii formei se manifestă pregnant și în ceea ce privește compactitatea materialului turnat. Date referitoare la proporția defectelor de suprafață (ΔS), de volum (ΔV), precum și la adîncimea de pătrundere (Δn) a defectelor de suprafață, sînt prezentate în figura 5. Înlocuind nisipul cuarțos cu nisip de zircon, de exemplu, zona afectată de defecte se reduce cu 50—75%.

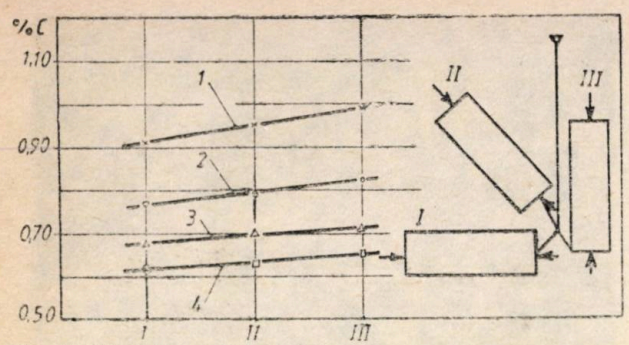


Fig. 2. Variația conținutului de carbon la extremitatea piesei turnate pentru diferite materiale de formare, în funcție de poziția de turnare : I — poziție orizontală ; II — poziție înclinată ; III — poziție verticală ; *1* — zircon ; *2* — cromit ; *3* — amestec clasic ; *4* — nisip cuarțos

Fig. 2. Carbon content variation on the casting extremity for different forming materials depending on the casting position : I-horisontal position ; II-tilted position ; III-vertical position ; *1* — zirconia ; *2* — chromite ; *3* — conventional mix ; *4* — quartz sand

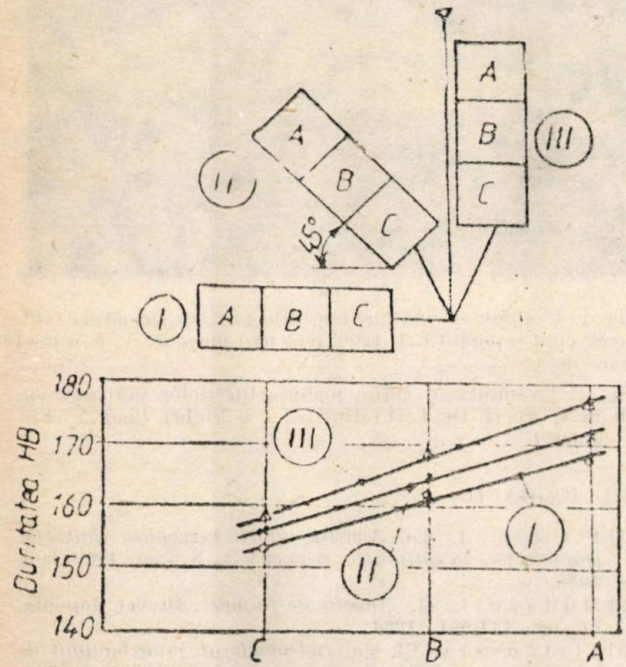


Fig. 3. Variația durității Brinell pe lungimea probei în funcție de poziția de turnare (materialul de formare : nisip cuarțos)

Fig. 3. Brinell hardness variation on test piece length as a function of the casting position (moulding material : quartz sand)

Aprecierea zonelor cu defecte s-a făcut pentru situația cea mai defavorabilă, adică în zona opusă locului de alimentare.

Îmbogățirea în carbon a aliajului pe o adîncime de pînă la 2 mm poate constitui un avantaj, atunci cînd se urmărește durificarea superficială a piesei.

În timpul tratamentului termic, carbonul suplimentar din stratul superficial va constitui o piedică în calea oxidării excesive (oxidări care duc, în cazul pieselor mari, la formarea unui strat de țunder de 1—3 mm).

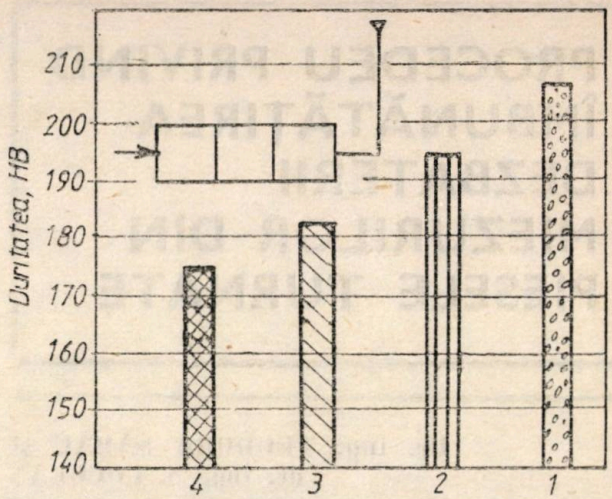


Fig. 4. Variația durității Brinell la partea opusă locului de alimentare în funcție de natura materialului folosit la realizarea formelor : *1* — zircon ; *2* — cromit ; *3* — amestec clasic ; *4* — nisip cuarțos

Fig. 4. Brinell hardness variation at the end opposite to the gate as a function of the moulding material : *1* — zirconia ; *2* — chromite ; *3* — conventional sand ; *4* — quartz sand

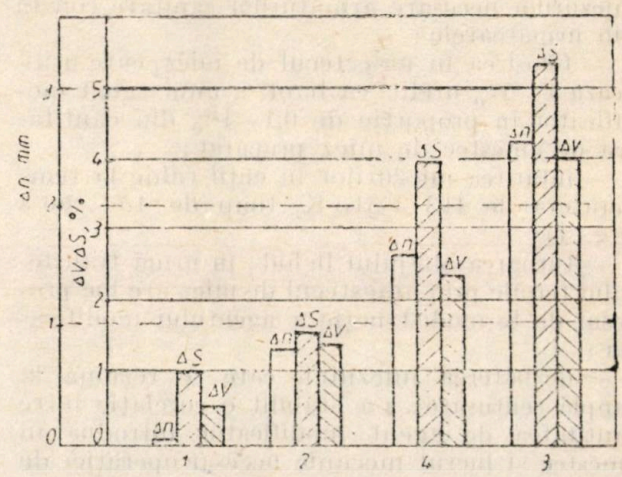


Fig. 5. Dependența defectelor de volum ΔV, de suprafață ΔS și adîncimii Δn de pătrundere a celor de suprafață de natura materialului de formare : *1* — zircon ; *2* — cromit ; *3* — amestec clasic ; *4* — nisip cuarțos

Fig. 5. The Volume (ΔV), surface (ΔS) and deep penetrating (Δn) defects on the moulding material : *1* — zirconia ; *2* — — chromite ; *3* — conventional sand ; *4* — quartz sand

De asemenea, tratamentul termic favorizează difuzia și repartiția uniformă a carbonului pe grosimea peretelui piesei, ceea ce face ca la grosimi mici (8—12 mm), pe ansamblu, creșterea conținutului de carbon să fie de cel mult 0,01%, valoare neglijabilă pentru majoritatea oțelurilor (cu un conținut de carbon mai mare de 0,1%).

Pe de altă parte, avînd în vedere influența poziției de turnare asupra gradului de carburare, pot fi concepute soluții tehnologice care să ducă la obținerea unor piese turnate durificate diferențiat.

PROCEDEU PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA DEZBATERII MIEZURILOR DIN PIESELE TURNATE

Dr. ing. TEODORA SĂBĂU și
dr. ing. S. COCOLAȘ
Institutul Politehnic București

CZ : 621.747 : 621.743

Procedeul propus de autori pentru realizarea miezurilor necesare armăturilor sanitare constă din următoarele :

— folosirea în amestecul de miez, care utilizează 1—5% urelit ca liant, a unui agent modificator în proporție de 0,1—1% din cantitatea de amestec de miez preparat ;

— întărirea miezurilor în cutii calde la temperatura de 413 — 513 K, timp de 15...60 s (fig. 1) ;

— turnarea aliajului lichid ; în urma transferului termic prin amestecul de miez are loc procesul de termodistrucție a agentului modificator ;

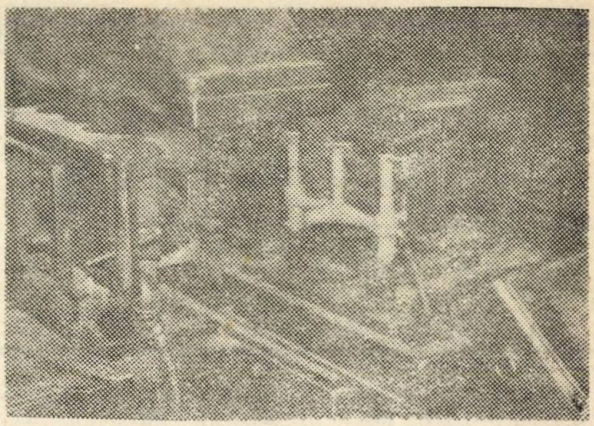
— dezbaterea miezului, care se rezumă la simplă scuturare ; s-a stabilit o corelație între cantitatea de agent modificator introdus în amestec și lucrul mecanic necesar operației de dezbatere.

În concluzie se pot aminti avantajele procedeului :

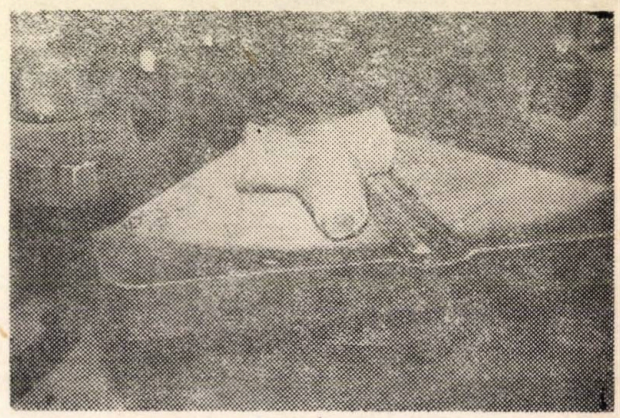
— posibilitatea aplicării rețetei la toate procedeele de confecționare a miezurilor, la realizarea pieselor turnate atît din aliaje feroase, cît și neferoase ;

— îndepărtarea ușoară a miezurilor din cavitatea formei, chiar și pentru piesele care au temperaturi mai scăzute de turnare (minimum 873 K) ;

— îmbunătățirea condițiilor de muncă la dezbatere (diminuarea zgomotului și a pulberilor silicogene, consecințe ale acestui proces).



a



b

Fig. 1. Exemple de miezuri realizate pentru „armături sanitare" cînd raportul L/D este : *a* — mai mare de 5 ; *b* — mai mare de 1

Fig. 1. Examples of cores, manufactured for sanitary appliances, where the L/D ratios is : *a* — higher than 5 ; *b* — — under 1

BIBLIOGRAFIE

[1] Itkis, E. I. ș.a. *Amestec pentru executarea formelor și miezurilor în cutii calde.* Brevet U.R.S.S, nr. 1.156.808, 1985.

[2] Mudaguti, M. *Amestec de formare.* Brevet Japonia, nr. 59—144.551, 1984.

[3] Ștefănescu, Cl. ș.a. *Îndrumătorul proiectantului de tehnologii în turnătorii.* București, Ed. Tehnică, 1985, vol I, p. 214.

[4] Rojkova, L. E. ș.a. *Amestec pentru executarea miezurilor și formelor de turnătorie cu întărire la cald.* Brevet U.R.S.S., nr. 900.929, 1982.

[5] Voronin, I. F. ș.a. *Amestec pentru executarea miezurilor și formelor în cutii calde.* Brevet U.R.S.S., nr. 801.958, 1981.

[6] Constantinov, L. I. *Forțele de interacțiune dintre piesa turnată și miez și influența lor la dezbatere.* În : Liteinoe proizvodstvo, U.R.S.S., nr. 1, 1978.

[7] Săbău, Teodora, Cocolaș, S. ș.a. *Procedeu de fabricare a miezurilor de turnătorie și amestec de formare.* Brevet România, nr. 101.522, 1990.

STABILIREA CONDIȚIILOR OPTIME DE AUSTENITIZARE LA PATENTAREA SISTEMELOR DE DIAMETRU ø 0,92 DIN OȚEL PENTRU CORD METALIC

Ing. DOINIȚA STAN
„DUCTIL" Buzău

CZ : 621.785

În urma cercetărilor efectuate pe sîrmă patentată din oțel pentru cord metalic, cu diametrul Φ 0,92 mm, a rezultat că se obține un maximum de rezistență la rupere (peste 120 daN/mm²) și de plasticitate, cînd grăuntele austenitic real are valoarea punctaj 8.

De asemenea, s-a stabilit că asupra variației mărimii grăuntelui austenitic real, pe lîngă parametrii termici și temporali, o influență decisivă o are ereditatea granulară.

Problema de optimizare cere stabilirea acelor valori pentru grăuntele austenitic creditor, temperatura de încălzire și timpul de menținere care determină obținerea unui grăunte austenitic real de punctaj 8. Se folosește metoda experimentului programat și se studiază numai partea liniară a ecuației :

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \qquad (1)$$

Se notează cu y diametrul mediu convențional al grăuntelui austenitic real, mm ; x_1 — temperatura de încălzire, °C ; X_2 — —timpul de menținere, s ; x_3—diametrul mediu convențional al grăuntelui austenitic ereditar, mm.

S-au recoltat 27 de probe, cîte nouă din trei șarje de cord metalic, care aveau un grăunte ereditar de punctaje 4, 5, 6 și diametrul de 0,92 mm.

Acestea au fost încălzite la temperaturile 870, 920 și 970°C cu timp de menținere de 19, 23, 27 s, după care s-au răcit diferențial în apă.

S-au mai efectuat determinări metalografice ale grăuntelui austenitic real obținut, care a

Tabelul 1

Grăuntele austenitic ereditar, punctaj	Temperatura, °C	Timpul, s	Grăuntele austenitic real, punctaj	Diametrul mediu convențional, mm
4	970	27	6 ;7	0,0329
		23	6 ;7	0,0329
		19	7	0,0267
	920	27	7	0,0267
		23	7	0,0267
		19	7 ;8	0,0232
	870	27	8	0,0196
		19	8 ;9	0,0167
		23	8	0,0196
5	970	27	7	0,0267
		23	7	0,0267
		19	7 ;8	0,0232
	920	27	7 ;8	0,0232
		23	8	0,0196
		19	8	0,0196
	870	27	8 ;9	0,0167
		23	8 ;9	0,0167
		19	9	0,0138
6	970	27	8	0,0196
		23	8	0,0196
		19	8 ;9	0,0167
	920	27	8 ;9	0,0166
		23	9	0,0138
		23	9	0,0138
	870	27	9	0,0138
		23	9 ;10	0,0119
		19	9 ;10	0,0119

Tabelul 2

Valoarea grăuntelui austenitic ereditar, punctaj	Temperatura, °C	Timpul, s
4	885	23
5	920	23
6	995	23

* *Obs.* : Ecuația a fost verificată.

fost pus în evidență prin rețeaua de troostită de la marginea grăuntelui de martensită. Rezultatele încercărilor sînt prezentate în tabelul 1.

În urma prelucrării și a verificării statistice a rezultat următoarea ecuație de regresie :

$$y = 0{,}0197x + 0{,}0043x_1 + 0{,}0017x_2 + + 0{,}0043x_3 + 0{,}0016x_1x_2^* \qquad (2)$$

După cum se vede, cea mai puternică influență o au temperatura și ereditatea granulară.

Rezultă că, în urma deplasării pe gradientul ecuației, se obține un grăunte austenitic real de punctaj 8, în condițiile de tratament termic prezentate în tabelul 2.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mantea, Șt., Dulămiță, T. *Teoria și practica tratamentelor termice.* București, Ed. Tehnică, 1966.

CONTRIBUȚII PRIVIND CONDIȚIILE DE LUCRU NECESARE ÎN PROCESUL DE PRĂJIRE ÎN STRAT FLUIDIZAT A SULFURILOR METALICE (*Partea a II-a*)

MARIANA DANIELA NAGY
Institutul Politehnic București

CZ: 620.191.34

În cadrul metodei de prăjire în strat fluidizat, materialul solid în stare fină se tratează într-un reactor cu un fluid în mișcare; el este oxidat de un curent de aer ascendent care traversează de jos în sus masa mișcătoare de material, imprimîndu-i acesteia o turbulență asemănătoare unui lichid în fierbere. În timpul prăjirii în strat fluidizat, procesul de oxidare decurge ca o viteză maximă, deoarece se creează condiții favorabile pentru difuzia oxigenului la zona de reacție și pentru eliminarea SO_2 prin pelicula de produse solide ale oxidării. Toată masa de solide și de gaz, care reacționează, se găsește practic la aceeași temperatură, iar fiecare grăunte de material în timpul procesului se află în curentul de gaze fierbinți care conțin oxigen.

Lucrarea propune o metodă de calcul asupra efectului cîtorva parametri variabili: asupra proporției de aer utilizat la prăjire, compoziției gazelor de prăjire și temperaturii de prăjire.

Pentru studiu s-au considerat două concentrate sulfuroase de cupru de compoziții diferite (tab. 1.)

În prima parte a acestui studiu s-au efectuat calcule termodinamice în ipoteza oxidării ireversibile a sulfurilor și condițiilor de instabilitate a sulfaților.

Tabelul 1

Analiza chimică a concentratelor A și B

Elementele chimice, %	% de greutate	mol/100 gr	mol/mol Cu
Concentratul A			
Cu ca sulfură	48,00	0,755	1,000
Fe ca sulfură	11,00	0,194	0,261 = a
S ca sulfură	21,00	0,655	0,868 = b
H_2O liber sau combinat	5,00	0,278	0,368 = c
CO_2 carbonat	3,00	0,068	0,090 = d
Gaze inerte, SiO_2 etc.	12,00	—	
Concentratul B			
Cu ca sulfură	17,3	0,272	1,000
Fe ca sulfură	31,50	0,56	2,070 = a
S ca sulfură	36,20	1,130	4,150 = b
H_2O liber sau combinat	5,00	0,278	1,020 = c
CO_2 carbonat	3,00	0,068	0,250 = d
Gaze inerte, SiO_2 etc.	7,00	—	

Formarea sulfaților în timpul prăjirii

Compoziția gazului prezentată în figurile 1 și 2 a fost calculată pe baza presupunerii că tot sulful prezent în concentrat a fost transferat în faza gazoasă sub formă de SO_2 și SO_3. Dacă se formează sulfați solizi, s-ar putea invalida rezultatele prezentate în aceste figuri Validitatea presupunerii poate fi controlată în condițiile de ehilibru al reacțiilor pentru formarea sulfatului.

Sulfații de cupru sînt considerabil mai stabili decît sulfații de fier (acest lucru fiind considerat în primul rînd).

Cei doi sulfați de cupru recunoscuți sînt $CuSO_4$ și $CuO \cdot CuSO_4$. Reacțiile de echilibru privind formarea lor se pot scrie:

$$2CuSO_4(s) = CuO \cdot CuSO_4(s) + SO_3(g) \quad (1)$$

$$CuO \cdot CuSO_4(s) = 2CuO(s) + SO_3(g) \quad (2)$$

Cu ajutorul expresiilor lui Kelley [2] se pot calcula constantele de echilibru al acestor reacții. Rezultatele sînt prezentate în tabelul 2.

Datele din figura 1 au fost toate calculate la 800°C și la presiunea de 1 atm. La această temperatură, presiunea parțială de echilibru a SO_3 asupra unui amestec de CuO și $CuO \cdot CuSO_4$ este de 0,0268 atm (2.68% SO_3). Deoarece conținuturile de SO_3, obținute prin prăjire cu aer normal, nu au fost în vreun caz mai mari decît 1,4%, $CuO.CuSO_4$ este instabil în toate condițiile pentru acest caz.

Pentru prăjirea cu aer îmbogățit, conținutul de SO_3 optim (fig. 1) atinge peste 2,65%. Acesta este apropiat de condiția unde $CuO.CuSO_4$ ar putea fi stabil (2,68% SO_3) dar, desigur,

Tabelul 2

Constantele de echilibru pentru reacţiile (1) şi (2)

°C	K	$K_1 = P_{SO_3}$	$K_2 = P_{SO_3}$
600	873	$3,52 \cdot 10^{-2}$	—
625	898	$8,47 \cdot 10^{-2}$	—
650	923	$1,94 \cdot 10^{-3}$	$4,05 \cdot 10^{-2}$
675	948	$4,24 \cdot 10^{-3}$	—
700	973	$8,85 \cdot 10^{-3}$	—
727	1000	$1,88 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 14 \cdot 10^{-3}$
750	1033	$3,44 \cdot 10^{-2}$	$7,65 \cdot 10^{-3}$
775	1048	—	$1,46 \cdot 10^{-2}$
800	1073	—	$2,68 \cdot 10^{-2}$

încă scăzut pentru a permite formarea acestui component. $CuSO_4$, în acord cu reacţia (1), solicită chiar procente mai mari de SO_3 pentru stabilitate. Prin urmare el va fi instabil pentru toate condiţiile considerate în figura 1. În concluzie, compoziţia gazului, calculată şi raportată la figura 1, nu permite formarea sulfaţilor de cupru.

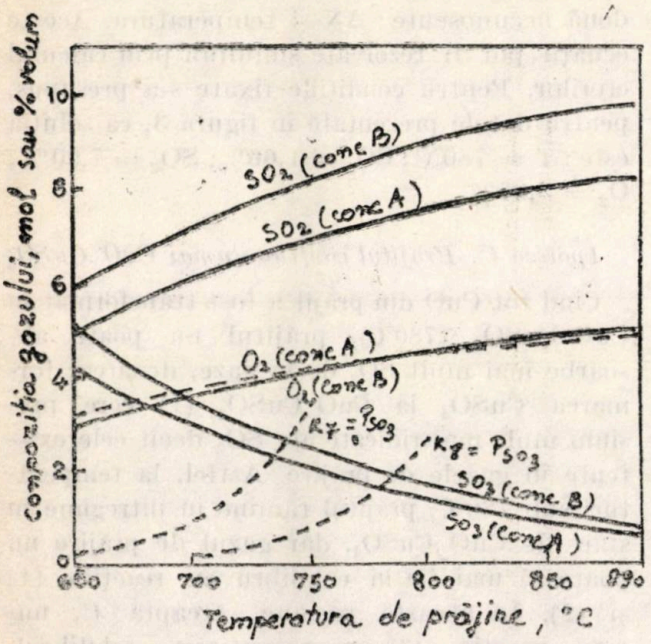


Fig. 1 Compoziţia de echilibru a gazului pentru concentratele *A* şi *B*; Presiunea de 1 atm şi *X* este 10 moli de aer pentru concentratul *A* şi 40 moli de aer pentru concentratul *B*. Aerul este normal (20,7 % O_2)

Pentru condiţiile de prăjire considerate în figura 2, este posibilă formarea sulfatului de cupru la temperaturi mai scăzute. Aceasta se poate vedea în figura 2, unde sînt prezentate curbele pentru presiunea parţială a SO_3 pentru reacţiile (1) şi (2). Curba pentru presiunea SO_3 a amestecurilor dintre $CuO \cdot CuSO_4$ şi CuO este prezentată la încrucişarea curbei pentru presiunea SO_3, în gazele de prăjire la 785°C pentru concentratul *B* şi 780°C pentru concentratul *A*. Aceste temperaturi sînt, de fapt, punctele de condensare (de rouă) ale $CuO \cdot CuSO_4$. Sub 785°C, cantităţi finite de sulfat bazic vor exista în prăjitul concentratului *B*.

Calcularea corectă a compoziţiei gazului de prăjire şi cantitatea de sulfat de cupru în prăjit la temperaturi sub „punctul de rouă" al sulfatului sînt făcute în următoarele ipoteze:

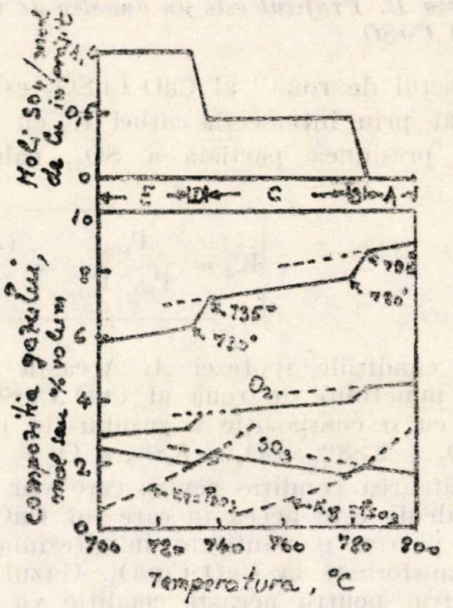


Fig. 2 Sulfatizarea concentratului *B* la prăjire. Presiunea este 1 atm, *X* este 40 moli de aer. Aerul este normal (20,7 % O_2)

A — prăjitul conţine numai CuO;
B — prăjitul este un amestec de CuO + + $CuO \cdot CuSO_4$;
C — prăjitul conţine numai $CuO \cdot CuSO_4$;
D — prăjitul este un amestec de $CuO \cdot CuSO_4 + CuSO_4$;
E — prăjitul conţine numai $CuSO_4$.

Compoziţia gazului şi prăjitului concentratului *B*, pentru fiecare din aceste ipoteze, de la ipoteza fără sulfat pînă la sulfat complet, este prezentată în figura 3, prin liniile continue.

Înaintea începerii efectuării calculelor pentru fiecare din aceste ipoteze, presupunerea care stă la baza echilibrului poate fi explicată astfel: calculele presupun că tot gazul de prăjire poate veni la echilibru cu tot prăjitul solid. Aceasta este o condiţie limită care poate fi luată în considerare într-o operaţie de strat fluidizat, dar ar putea desigur să nu apară la prăjirea obişnuită (pe vatră). Vitezele de reacţie, lente, între gaz şi solid, vor determina îndepărtări între rezultatele teoretice şi practice, dar aceasta nu micşorează valoarea calculelor teoretice, dimpotrivă, măsoară posibilităţile care apar.

Ipoteza A. Prăjitul conține numai CuO

Aceasta este condiția pentru care compozițiile gazului au fost deja calculate și prezentate în figura 2. Deasupra „punctului de rouă" al $CuO.CuSO_4$ (785°C pentru concentratul *B*), calculele prezentate în figura 2 sînt corecte.

Ipoteza B. Prăjitul este un amestec de CuO + + CuO.CuSO

„Punctul de rouă" al $CuO.CuSO_4$ este determinat prin intersecția curbei K_2 cu curba pentru presiunea parțială a SO_3, calculată pentru condițiile ipotezei *A*. Aceasta corespunde punctului de rouă al $CuO.CuSO_4$ de 785°C, cu o compoziție a gazului de prăjire de: $SO_3 = 1{,}88\%$, $SO_2 = 8{,}8\%$ și $O_2 = 4{,}4\%$.

Următoarea condiție pentru care vor fi făcute calcule este aceea în care tot CuO (excepție pentru o cantitate infinitezimală) a fost transformat la $CuO \cdot CuSO_4$. Gazul stoichiometric pentru această condiție va diferi de cel pentru cazul *A*, deoarece 1/2 mol. de SO_3 trece de la faza gazoasă la formarea 1/2 mol de $CuO.CuSO_4$ (1/2 mol provine de la faptul că prăjitul conține 1 mol de cupru, care se presupune că este în totalitate sub formă de $CuO.CuSO_4$; astfel, fiecare mol de cupru este asociat cu 1/2 mol de SO_3).

Stoichiometria poate fi scrisă astfel:

$$N_{O_2} = xX - 0{,}5 - 0{,}75\,a - b - \Delta N/2$$

$$N_{SO_2} = b - \Delta N$$

$$N_{SO_3} = \Delta N - 0{,}5$$

$$N_I = (1 - x)X + c + d$$

$$N_{Total} = X - 1{,}0 - 0{,}75\,a + c + d - \Delta N/2$$

Reacția (3) este exotermă:

$$SO_2 + 1/2\,O_2 = SO_3 \qquad (3)$$

Energia liberă de formare după Kelley este:

$$\Delta G^\circ = -21600 + 2{,}305.T.\log T + 13{,}44\,T.$$

Această ecuație a fost utilizată la calcularea valorii lui K_3 — constanta de echilibru a reacției (3).

La temperatură scăzută (sub 500°C), echilibrul reacției (3) în atmosferă oxidantă este îndreptat spre dreapta (SO_3 este stabil).

Deoarece atît CuO cît și $CuO.CuSO_4$ sînt prezente, deși se află numai o cantitate scăzută de CuO, reacțiile (2) și (3) sînt în concordanță cu relațiile de echilibru.

Astfel, ecuațiile care au fost rezolvate sînt:

$$K_2 = P_{SO_3} = \frac{(\Delta N - 0{,}5)\,P}{X - 1{,}0 - 0{,}75a - \Delta N/2 + c + d} \qquad (4)$$

$$K_3 = \frac{P_{SO_3}}{P_{SO_2} \cdot P_{O_2}^{1/2}} = \frac{(\Delta N - 0{,}5)\,(X - 1{,}0 - 0{,}75\,a - \Delta N/2 + c + d)^{1/2}}{(b - \Delta N)\,(xX + 0{,}5 - 0{,}75\,a - b - \Delta N/2)^{1/2} \cdot P^{1/2}} \qquad (5)$$

Substituind valorile numerice pentru *X*, *x*, *a*, *b*, *c*, *d* și *P*, se permite simplificarea considerabilă a ecuațiilor (4) și (5) și rămîn doar două necunoscute: ΔN și temperatura. Aceste ecuații pot fi rezolvate simultan prin calculul erorilor. Pentru condițiile fixate s-a presupus, pentru datele prezentate în figura 3, că soluția este: $T = 780°C$; $SO_3 = 1{,}66\%$; $SO_2 = 7{,}90\%$; $O_2 = 3{,}97\%$.

Ipoteza C. Prăjitul conține numai CuO.CuSO₄

Cînd tot CuO din prăjit a fost transformat în $CuO.CuSO_4$ (780°C), prăjitul nu poate absoarbe mai mult SO_3 de la gaze, deoarece formarea $CuSO_4$ la $CuO.CuSO_4$ (1) cere presiuni mult mai ridicate ale SO_3 decît cele existente în gazele de prăjire. Astfel, la temperaturi sub 780°C, prăjitul rămîne în întregime în stare de $CuO.CuSO_4$, dar gazul de prăjire nu poate să mai fie în echilibru cu reacțiile (1) și (2). În această regiune, treapta *C*, numai reacția (3) poate atinge echilibrul. Gazul stoichiometric va fi același cu cel calculat pentru condiția în care este prezentă numai o cantitate infinitzecimală de CuO. Astfel, ecuația corectă la calculul echilibrului este ecuația (5). După substituirea valorilor numerice, ecuația (5) conține necunoscutele K_3 și ΔN. Această ecuație se rezolvă fără dificultăți prin presupunerea unei valori pentru ΔN și calcularea valorii rezultante a lui K_3. Temperatura corespunzătoare acestei valori a lui K_3 poate fi găsită printr-o diagramă a lui K_3, în funcție de T,

Valorile lui P_{SO_3}, P_{SO_2} și P_{O_2} pot fi calculate din valoarea lui N. În acest caz, variația temperaturii lui P_{SO_3}, P_{SO_2} și P_{O_2} este reprezentată în figura 3, treapta *C*.

Ipoteza D. Prăjitul este un amestec de $CuSO_4$ și $CuO \cdot CuSO_4$

Compoziția gazului calculat care privește această ipoteză *C* este adevărată atîta timp cît valoarea P_{SO_3} se găsește sub presiunea de echilibru a SO_3 asupra amestecului de $CuSO_4$ și $CuO \cdot CuSO_4$. (1) și (fig. 3); temperatura de 735°C reprezintă punctul de rouă al $CuSO_4$. La 735°C, cantitatea infinitzecimală de $CuSO_4$ poate exista în prăjit.

La temperaturi sub 735°C, ecuația (5) nu mai aduce valori adevărate pentru compoziția gazului, deoarece cantitățile finite de SO_3 sînt absorbite de prăjit la formarea $CuSO_4$.

În continuare, va fi calculată cantitatea infinitzecimală de $CuO \cdot CuSO_4$, care a fost transformată în $CuSO_4$. Gazul stoichiometric pentru această condiție este același ca cel pentru treapta *A*, cu excepția că 1 mol de SO_3 a fost consumat de prăjit la formarea unui mol de $CuSO_4$:

$$N_{O_2} = xX - 0{,}5 - 0{,}75\,a - b - \Delta N/2$$

$$N_{SO_2} = b \simeq \Delta N$$

$$N_{SO_3} = \Delta N - 1{,}0$$

$$N_I = (1 - x)\,X + c + d$$

$$N_{Total} = X - 1{,}5 - 0{,}75\,a - \Delta N/2 + c + d$$

Reacțiile (1) și (3) ating echilibrul. Deci, valorile ecuațiilor sînt:

$$K_1 = P_{SO_3} = \frac{(\Delta N - 1{,}0)\,P}{X - 1{,}5 - 0{,}75\,a - \Delta N/2 + c + d} \qquad (6)$$

gazului la temperaturi sub 730°C. Ecuația (7) a fost rezolvată pentru temperatura de 700°C.

Compoziția gazului astfel calculată va reprezenta corect compoziția de echilibru a gazului în procesul de prăjire; astfel, la temperatură scăzută, apare domeniul unde sulfații de fier pot fi stabili.

Formarea sulfaților de fier

Unele date termodinamice „demne de încredere", privind descompunerea sulfaților de fier, nu sînt disponibile; astfel, domeniile de temperatură pentru formarea sulfaților de fier ar putea fi calculate prin metoda prezentată în această lucrare.

Experiența procesului de prăjire, în condiții practice, arată că sulfații de fier se formează în timpul prăjirii sulfurilor Cu—Fe la temperaturi mai mici de 600°C.

Prin creșterea temperaturii de prăjire peste 650°C, cea mai mare parte din fierul existent în prăjit este transformată sub formă de oxid. Evident, sulfații de fier sînt mult mai puțin stabili decît cei de cupru.

Concluzii asupra calculelor formării sulfatului

Calculele au următoarea intenție și semnificație:

— Concentratul *B* este o sulfură cupru-fier care conține 17,3% Cu (ca sulfură), 31,5% Fe (ca sulfură), 36,2% S (ca sulfură), 5% umiditate și 3% CO_2 (sub formă de carbonați care se descompun sub 700°C). El este prăjit cu aer normal (20,7% O_2) în 40 de moli de aer pe mol de cupru din concentrat la presiune atmosferică.

— Calculele arată că, dacă gazul și prăjitul sînt în echilibru tot timpul, temperatura de prăjire va avea următorul efect asupra produselor rezultate la prăjire:

$$K_3 = \frac{P_{SO_3}}{P_{SO_2} \cdot P_{O_2}} \cdot \frac{(\Delta N - 1{,}0)\,(X - 1{,}5 - 0{,}75\,a - \Delta N/2 + c + d)^{1/2}}{(b - \Delta N)\,(xX - 0{,}5 - 0{,}75\,a - b - \Delta N/2)^{1/2} \cdot p^{1/2}} \qquad (7)$$

Ecuațiile (6) și (7) pot fi rezolvate simultan în maniera descrisă anterior la cîmpul de rezultate: T = 730°C; SO_2 = 6,40%; O_2 = = 3,21%; SO_3 = 2,04%.

Ipoteza E. Prăjitul conține numai $CuSO_4$

La temperaturi mai scăzute de 730°C, cuprul conținut în prăjit nu poate absorbi mai mult sulf, deoarece el este deja transformat total în $CuSO_4$. Deci, reacția (1) nu poate fi în echilibru, ci numai ecuația (7) care va corecta compoziția

— sub temperatura de 730°C tot cuprul din prăjit va fi sub formă de $CuSO_4$; la 730°C compoziția gazului va fi: 6,4% SO_2, 3,2% O_2 și 2,0% SO_3;

— între 730 și 735°C prăjitul va consta dintr-un amestec de $CuSO_4$ și $CuO.CuSO_4$; la 735°C va rămîne numai o cantitate infinitzecimală de $CuSO_4$ și compoziția gazului va fi: 7,25% SO_2, 3,65% O_2 și 2,35% SO_3;

— între 735 și 780°C prăjitul va conține numai $CuO \cdot CuSO_4$; la 870°C compoziția gazului va fi: 7,9% SO_2, 3,97% O_2 și 1,66% SO_3;

— între 780 și 785°C, prăjitul va consta dintr-un amestec de CuO și $CuO . CuSO_4$; la 785°C cantitatea de $CuO . CuSO_4$ va fi infinit-zecimală și compoziția gazului va fi : 8,8% SO_2, 4,4% O_2 și 1,9% SO_3;

— peste 785°C prăjitul va conține numai CuO.

— Aceste performanțe teoretice vor putea fi atinse numai în cazul prăjirii în strat fluidizat, unde se poate realiza condiția de temperatură și compoziția uniformă a gazului.

— Domeniile de temperatură pentru stabilitatea sulfaților de cupru calculați nu sînt unice, dar sînt puternic dependente de stoichiometria concentratului, aerul de prăjire și presiunea totală. De exemplu, pentru prăjirea concentratului *A*, în condițiile prezentate în figura 2, punctul de rouă al $CuO . CuSo_4$ este 730°C (785°C pentru concentratul *B*), formarea $CuO . CuSO_4$ este completă la 750°C (780°C pentru concentratul *B*) și punctul de rouă al $CuSO_4$ este 707°C (735°C pentru concentratul *B*).

Utilizarea acestor metode de calcul arată că presiunea de prăjire redusă (1/4 atm) ar putea permite descompunerea sulfaților de cupru la temperaturi cu ~ 50 de grade mai scăzute decît la presiune atmosferică. Acest efect al presiunii rezultă din dependența presiunii de echilibru a reacției (3).

Din studiul prezent reiese clar că temperatura de descompunere este în funcție de stoichiometrie și presiunea totală a sistemului.

BIBLIOGRAFIE

[1] Oprea, Fl. *Teoria proceselor metalurgice*, București, Ed. didactică și pedagogică, 1966.

[2] Pavlov, K. F. ș.a. *Procese și aparate în ingineria chimică*, București, Ed. Tehnică, 1981.

[3] Davidson ,Richardson. *Fluidized particles*. Cambridge, 1963.

[4] Conison, J. M. Richardson. *Chemical engineering*, vol. 1, Oxford, 1977.

[5] Max Leva, *Fluidization*. New York, 1959.

Inginerul IOAN SUCIU
1944—1992

În ziua de 8 februarie 1992, avea să plece în NEANT unul din acei specialiști din rîndul metalurgiștilor țării, care, în activitatea sa, a reușit, cu înaltă profesionalitate și competență, să se înscrie cu majuscule în rîndul celor care au slujit metalurgia românească.

Născut la 11 decembrie 1944, în comuna Viișoara, județul Cluj, a absolvit Institutul Politehnic București — Facultatea de Metalurgie, secția Furnale—Oțeluri, în anul 1967.

Din același an îl găsim angajat la unul din importantele combinate metalurgice ale țării, cel din Cîmpia Turzii, unde începe activitatea de inginer, însușindu-și rapid cunoștințe care ulterior i-au fost de un cert folos în formarea sa și au constituit baza carierei sale profesionale.

Îl întîlnim apoi la IPROLAM unde, deși tînăr în profesie, i se încredințează proiectarea unor obiective complet originale în metalurgie, respectiv în domeniul de trefilate.

Este numit în continuare inginer șef la ICEM București — secția microproducție — unde avea să contribuie esențial la asimilarea de produse metalurgice de excepție, unicate în premieră mondială.

Datorită meritelor sale profesionale și experienței cîștigate este promovat în Ministerul Industriei Metalurgice, ca director tehnic, unde va reuși să-și valorifice cunoștințele acumulate și native, aducîndu-și contribuții certe în valorificarea superioară a produselor metalurgice și în dezvoltarea tuturor domeniilor metalurgice, de care economia românească are nevoie.

În calitatea sa de director tehnic a contribuit la menținerea și îmbogățirea prestigiului revistei „Metalurgia" atît în țară, cît și în străinătate.

A fost inițiatorul unor simpozioane și reuniuni metalurgice, în care au fost promovate realizările notabile din țară și străinătate.

Modest și principial, corect și exigent, dăruit cu întreaga sa capacitate și putere de muncă dezvoltării științifice a metalurgiei românești, inginerul IOAN SUCIU a fost mult iubit și apreciat de toți cei care l-au cunoscut.

În ultima vreme și-a propus realizarea de noi deschideri tehnice metalurgice românești în contextul deschiderii către lume a țării noastre.

Prin dispariția inginerului IOAN SUCIU, industria metalurgică românească și noi colegii suferim o pierdere grea.

CASIROM—S.A. TURDA

Str. 22 Decembrie, nr. 35
Cod 3350
TURDA
Tel. 953/12706; telex 031712

— REFRACTARE SILICA
— REFRACTARE CARBORUNDICE
— PRODUSE ABRAZIVE

Societatea Comercială „CASIROM" S.A. TURDA produce și livrează:

— produse refractare tip SILICA;
— produse refractare carborundice;
— produse abrazive pe bază de carbură de siliciu (carborund).

Cărămizile refractare tip Silica se clasifică, după domeniile de utilizare, astfel:
— produse refractare destinate înzidirii bateriilor de cocsificare;
— cărămizi pentru preîncălzitoarele de aer (recuperatoare de căldură) ale furnalelor;
— produse refractare silica pentru bolți, cuptoare electrice și alte agregate termice din industria metalurgică;
— produse refractare silica speciale, tip SD, cu grad ridicat de transformare, folosite la construcția cuptoarelor de topit sticlă.

Pentru înzidirea cărămizilor refractare, CASIROM fabrică următoarele produse:
— mortar refractar silicios pentru înzidirea bateriilor de cocsificare de mare capacitate;
— mortar refractar silicios supergranulat pentru înzidirea cărămizilor refractare silica pentru diferite agregate termice din industrie;
— agregat refractar silicios pentru betoane refractare acide, utilizat în construcția instalațiilor termice și siderurgice.

Produsele refractare carborundice se realizează, într-un singur sortiment, suporți auxiliari de ardere, utilizați la temperaturi de pînă la 1450°C în industria de produse ceramice sau abrazive. Denumite prescurtat „suporți carborundici", se fabrică din carbura de siliciu neagră cu stabilitate termică ridicată și structura izometrică regulată.

Produsele abrazive pe bază de carbură de siliciu neagră se fabrică și se livrează într-un mare număr de sortimente granulometrice, de calitate superioară, cu utilizări multiple. Principalele produse sînt:
— complex granulometric refractar, destinat fabricării produselor refractare din industria ceramică;
— granule pentru produse carborundice utilizate în industria construcțiilor de mașini, metalurgică și chimică;
— granule abrazive din carbura de siliciu neagră destinate fabricării corpurilor abrazive și pentru șlefuiri libere;
— micropulberi abrazive din carbură de siliciu neagră destinată fabricației abrazivelor pe suporți;
— granule abrazive din carbură de siliciu neagră destinate industriei sticlei;
— carbura de siliciu metalurgică:
  — brichetată pentru cubilou, cu adaos activ; SIC—BC;
  — granulată pentru cuptoare electrice; SIC—G;
  — brichetată pentru cuptoare electrice; SIC—B;

Produsele prezentate de Societatea Comercială „CASIROM" S.A. TURDA sînt produse de calitate superioară, avînd caracteristici identice produselor străine similare.

CASIROM S.A. TURDA

CARBORUNDUM REFRACTORIES
ABRASIVE PRODUCTS

„CASIROM" S.A. TURDA trade company manufactures and delivers:
— silica-type refractories;
— carborundum-base refractories;
— silicon carbide (carborundum) — base abrasives.

Silica — type refractory bricks may be classified depending on the ficld of application:
— refractories used for lining of the coking batteries;
— bricks for air preheaters (heat recovery plants) of blast furnaces;
— silica refractories for cupolas, electric furnaces and other metallurgical equipments;
— special SD-type, high grade silica refractories, used for lining of glass melting furnaces;

For the refractory bricking, CASIROM S.A. manufactures the following products:
— silica refractory mortar for lining of high capacity coking batteries;
— supergranulated silica refractory mortar for bricking various metallurgical equipments;
— silica refractory aggregate for acid refractory concrete, used in lining of the iron and steel making equipments;

We are specialized in manufacturing of a single carborundum-type refractory component — auxiliary burning supports — used as burning components for temperatures up to 1450°C in the ceramic and abrasive materials industry.

We manufacture and deliver high grade black silicon carbide abrasives in a large grain size range, with multiple applications:
— complex grain size refractory for the manufacture of refractories in the ceramic materials industry;
— black silicon carbide abrasive grit for glass manufacture;
— metallurgical silicon carbide:
— briquetted and with active addition, for cupola furnaces: SiC—BC;
— granulated, for electric furnaces: SiC—G;
— briquetted, for electric furnaces: SiC—B.

The products manufactured by CASIROM S.A. Turda-are high quality products, featuring properties identical to those of world leading producers.

Cifre statistice privind Europa de Est

Cu privire la schimbările fundamentale care au avut loc în fostele țări socialiste din Europa de Est și U.R.S.S., IISI a realizat un studiu asupra datelor economice și statisticilor privind oțelul elaborat în aceste țări, referitor la perioada ulterioară anului 1970. Publicația "Statistici privind Europa de Est și U.R.S.S.: stadiul 1989" (în limba engleză) conține o serie de indicatori economici și date asupra oțelului, alcătuite pe baza unui număr mare de surse naționale și internaționale. Datele generale cuprind informații asupra:

— numărului de locuitori ai țărilor respective;

— produsului social net;

— structurii ramurilor economice;

— celor mai importante ramuri de producție, ca de exemplu: energia, cărbunele, cimentul etc., tendințele prețurilor de consum, exportul și importul, cursul valutar etc.

Datele referitoare la oțel cuprind:

— producția de minereu de fier, aglomerate, cocs, fontă brută, oțel brut (pe procedee); turnarea continuă și consumul de oțel previzibil;

— numărul de salariați; producția de oțel laminat (pe produse); exportul și importul de oțel (pe produse).

De asemenea, sînt prezentate date privind capacitățile de oțel ale întreprinderilor mai importante.

IISI are rețineri în ceea ce privește corectiudinea anumitor date, dar, cu toate acestea, materialul constituie o sursă foarte utilă de documentare asupra informațiilor disponibile.

IISI intenționează să aducă, treptat, la zi datele publicate.

In: Stahl und Eisen, Germania, 12, 1991, p. 138.

Congrese 1992

"Schimbarea fizică a proceselor metalurgice"

22 — 24 aprilie 1992, Delft, Olanda
Organizator:

Delft University of Technology, Duffers Scientific, Inc.

Temele:

— Simularea fizică a proceselor de sudură a oțelurilor slab carburate și de rezistență superioară a aliajelor de aluminiu și o oțelurilor inoxidabile, a aliajelor de titan și alor materiale.

— Simularea fizică a proceselor de deformare la cald, inclusiv laminarea la cald și forjarea.

— Simularea fizică a proceselor de tratament la cald.

— Simularea fizică a proceselor de turnare, topire și solidificare.

— Simularea proceselor de oboseală.

Informații: Duffers Scientific, Inc.
ISPS Conference Director, RR1, Box 1234
USA — Poestenkill, N.Y. 12140

"METALE NEFEROASE ÎN METALE"

11-13 martie, 1992, Munster
Organizator: DGM, GDMB, VDEh
Teme: Termodinamică, cinetică, metode de încercări chimice, fizice și fizico-chimice, proprietăți de materiale.

INFORMAȚII: GDMB, Gesellschaft Deutscher Metallhutten — und Bergleute Chemikerausschuss, Paul-Ernst-Str. 10 D-W-3392 Clausthal-Zellerfeld.

metalexportimport

BUCHAREST – ROMANIA ○ 21 – 25, D.I. MENDELEEV ST. ○ TEL.: 59.68.25. ○ TELEX: 11515 metal r

FLAT PRODUCTS ● hot rolled steel plates; cold rolled steel sheet; galvanized steel sheets; cold rolled non-oriented grain silicon steel strip

HOT ROLLED STEEL PROFILES ● channels UNP; joists INP; equal angles; unequal angles; flat bars; square bars; round bars; alloyed and high speed tool steel; hot rolled round ball-bearing steel

STEEL WIRE AND WIRE PRODUCTS ● nail wire; welding electrodes wire; galvanized barbed wire type JOWA; bright steel wire for prestressed concrete (PC wire); brass plated steel cord for tyres; welding electrodes; bronze plated steel wire; stud link anchor chain cable; steel wire ropes, bright or galvanized; round wire nails; soft galvanized steel wire; stress relieved steel wire strands

REINFORCING STEEL AND WIRE ROD, SEAMLESS AND WELDED TUBES ● seamless steel pipes; seamless steel plain end line pipe; seamless steel casing; ERW pipes; longitudinal ERW pipes; cold formed profiles; cold formed profiles from hot rolled steel strip

ALUMINIUM INGOTS AND ALUMINIUM PRODUCTS
● sheets; foils; square; round; hexagonal bars, tubes, extruded profiles

Make Us Your Partner

for Success!

...for Success!

...for Success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMANIA

(500,00) lm

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

1993 OKT 1 1

COMBINATUL SIDERURGIC
SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiştilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşiţa, Tirgovişte, Călăraşi and Cîmpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi şi Cîmpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru materal rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E 3280

METALURGIA

Nr.3/92

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod**
- **seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

MEI

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

SIDEX S.A.

UZINA DE PIESE DE SCHIMB ȘI REPARAȚII SIDERURGICE

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1863

Cu sediul în incinta Combinatului siderurgic SIDEX S.A. Galați, anunță, pe cei interesați, firme particulare sau cu capital de stat, că primește comenzi pentru execuția următoarelor produse și servicii:

- utilaj de turnare (poduri, pîlnii, lingotiere);
- piese turnate din oțel, fontă, neferoase;
- piese forjate;
- construcții și confecții metalice;
- piese prelucrate de orice gabarit și complexitate;
- tratamente termice, termochimice, nitrurare ionică;
- reductoare, cuplaje, roți de rulare și alte ansamble mecanice;
- lagăre de alunecare;
- roți dințate cu dantură dreaptă, înclinată, în "V", în arc de cerc, roți de lanț și alte piese de schimb mecanice;
- S. D V -uri;
- reparații capitale și curente la instalații de ridicat;
- reparații și recondiționări pentru elemente hidraulice

UZINA DE PIESE DE SCHIMB LA DISPOZIȚIA DUMNEAVOASTRĂ!

Putem fi contactați la tel. 934/31900/int. 2715

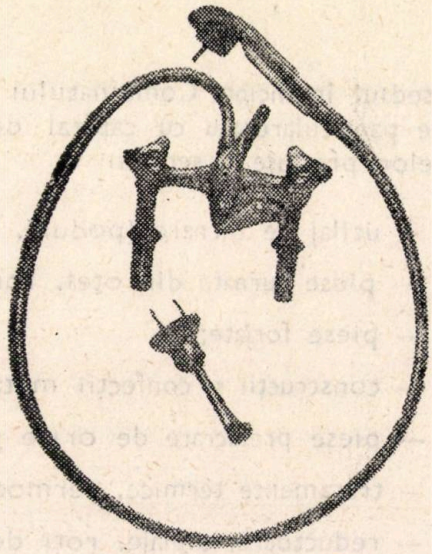
Galați, cod 6200
Str. Siderurgiștilor, 1
Tel.: 934/30 004; 30 109
Telex: 51 312; Fax: 30 015

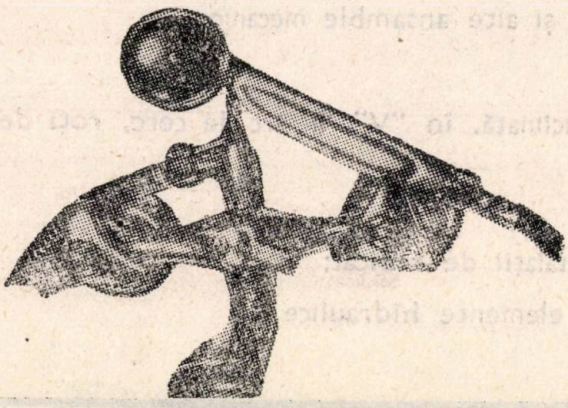
URBIS—S.A.

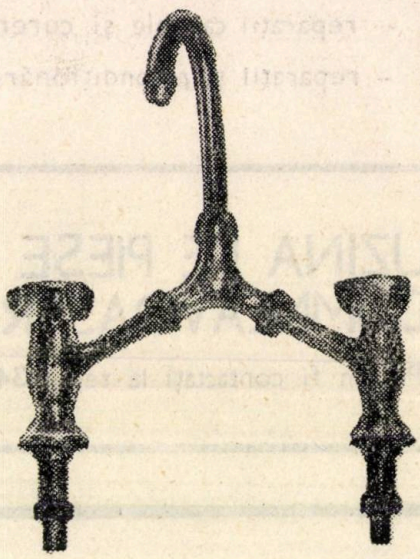
77562 BUCUREȘTI, bdul. Preciziei
nr.5, sector 6
Telefon 03290; Telex 10575 urbis r
Fax 121412

Experiență, calitate, livrare promtă!

- **ARMĂTURI SANITARE**
- **FERONERIE PENTRU UȘI ȘI FERESTRE**
- **CĂZI DE BAIE DIN FONTĂ EMAILATĂ**
- **RADIATOARE DIN FONTĂ**
- **ALICE DE SABLAJ PENTRU CURĂȚIRE ȘI ECRUISARE**







- **Sanitary appliances**
- **Metal fittings for doors and windows**
- **Enameled cast iron bath tubs**
- **Cast iron heat exchanges**
- **Iron shots for cleaning and work hardening**

EXPERIENȚĂ – CALITATE – EXECUȚIE RAPIDĂ

UNIO SA

ROMANIA

Societatea Comercială UNIO S.A. – *Satu Mare*

EXECUTĂ PIESE TURNATE DIN:

- **fontă** cenușie, calitățile Fc 100–Fc 350, de la 5 la 2000 kg/buc;
- **fontă** cu grafit nodular, calitățile Fgn 400–5 la Fgn 600–2, de la 5 la 1000 kg;
- **aliaje** de aluminiu, pînă la 200 kg;
- **bronzuri,** pînă la 300 kg.

SOCIETATEA COMERCIALĂ UNIO S.A.

EXECUTĂ MODELE DIN LEMN PENTRU PIESE TURNATE

Condițiile tehnice generale de calitate se asigură în conformitate cu STAS 568–82, 6071–70 și 6287–80. Adaosurile de prelucrare și abaterile limită, conform STAS 1592/1–85.

UNIO SA

UNIO S.A SATU MARE
Str. UZINEI nr. 35
3900 SATU MARE
ROMÂNIA

SEDIUL SATU MARE
ÎNREGISTRAT ÎN
REGISTRUL COMERȚULUI
LA NR. 30 2 PJ. 1990

TELEFON CENTRALĂ 997/33456
TELEX: 38212
TELEFAX:
BANCA COMERCIALĂ ROMÂNĂ SATU MARE
CONT CURENT: 30.16.7.01.01
CONT VALUTAR: $ 47.21.4.06.06.012
DM 47. 21.4.06.06.013

SIDERURGICA S.A.

UN NUME CU RENUME: tradiţie, calitate, profesionalism!

PRODUCE:

Str. Dr. Petru Groza nr. 8,
Hunedoara cod. 2750
Tel: 9571613
Telex 72411

— Cocs metalurgic
— Benzen, naftalină, smoală, sulf,
— Fontă de afinare şi turnătorie
— Zgură granulată şi expandată
— Vată de zgură

— Ţagle pentru ţevi din oţel carbon slab aliat, aliat şi înalt aliat (inoxidabil)
— Blumuri şi ţagle din oţel carbon slab aliat, aliat şi înalt aliat pentru producţia de piese în construcţia de maşini
— Tagle din oţel pentru rulmenţi

— Profile fasonate: I, U; cornier: T
— Profile pentru:
- şenile de tractor şi excavatoare
- brăzdar de plug
- armături de mină
- transportoare miniere

— Sîrme pentru armături de betoane, trăgătorii, cord metalic
— Piese turnate şi forjate

METALURGIA

ORGAN AL DEPARTAMENTULUI INDUSTRIEI METALURGICE

3
1992
MARTIE

cuprins

Panaitescu, Cornelia: **Contribuţia analizelor petrografice la aplicarea şarjelor complexe de coesificare** 9

Constantin, N., Nicolae, Maria şi Boiangiu, C.: **Cercetări privind caracteristicile fizico-chimice ale zgurilor de la elaborarea feroaliajelor cu mangan** 17

Dumitrescu, A. T., Cocu, M. şi Popa, Angela: **Deformabilitatea la cald şi simularea forjării barelor din aliaj Ni-Fe-Mo-Cu** 19

Ilca, I. şi Păcurar, N.: **Imbunătăţirea plasticităţii oţelurilor inoxidabile austenitice de tipul Cr-Ni-Mo** 26

Ivan, I., Mârzac, G. şi Şandru, M.: **Table şi benzi. Realizări şi perspective** 29

Drăgan, Crăciun, Florina.: **Unele consideraţii referitoare la solicitarea şi execuţia roţii flexibile de la reductoarele armonice** 31

Zhukov, A. A. şi Semionov, A. N.: **Utilizarea fibrelor de carbon pentru carburarea pieselor turnate din oţel prin procedeul „IN-MOULD"** 35

Scurtu, Ioana, Cocolaş, S. şi Cohn, E.: **Contribuţii la îmbunătăţirea calităţii amestecurilor pentru forme crude** 40

COLEGIUL DE REDACŢIE:

BIVOLARU MARIN. IONESCU EMIL, RADU CONSTANTIN GELU, IOAN FLORENTIN SANDU, ALEX. FLOREA, VIOREL MUNTEANU, LAURENTIE SOFRONI, EMIL FLORIAN, CONSTANTIN DUMITRESCU, ION CHIOSE, RADU HANGA, SANDU EUGEN, ION IACOBESCU, PETRE IANC, GHEORGHE PÂRVU, GHEORGHE LEPĂDATU, IULIAN RIPOŞAN

Cititorii din străinătate se pot abona adresîndu-se la ROMPRESFILATELIA, Departamentul Export-Import Presă, P.O. Box 136 — 137, telex: 11226, Bucureşti, str. 30 Decembrie, nr. 2.
Redactor responsabil: prof. dr. ing. L. SOFRONI
Şef CIDMET: ing. **Brânduşa Florentina Scorţea**
Redactor: ELENA PÂRVU

Revista METALURGIA, organ al Departamentului Industriei Metalurgice — Redacţia şi administraţia: Bucureşti, str. Mendeleev 21 — 25, sectorul 1, telefon 59.49.90. Revista este editată de SIDEROM S.A. Instituţiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SMB. Costul unui abonament: lei 3000 anual. Costul unui exemplar: lei 250.

Tiparul: S.C. „Universul" SA, str. Brezoianu, nr. 23 — 25 Bucureşti ● c. 3339

contents

DC: 665.521.9
Panaitescu, Cornelia: **The contribution of the petrographic analyses to the content of complex coke charge**

The paper emphasizes the importance of petrographic and composition measurements as regards the microlite and maceration extract types for different coals, especially the imported ones, which will become the constituents of the complex coking charges. Their quality and compatibility in the charge can not be satifactorily determined using only the volatile matter indices which are influenced by the petrographic or grade composition and by sintering-coking, whose non-addition capacity in the complex charge is known. As a result of the experiments carried out on charges which contain 40—50% Valea Jiului gas pit coal, it was noticed that for obtaining, in the conditions existent in the Romanian coke plants, a coke good enough for the 1000 m^3 blast furnaces, it is necessary to make a complex charge having a minimum 0,95% medium reflectancy and a 0,82—0,85 inert index.
Metalurgia 44 (1992), nr. 2, p. 9—17

DC: 669.162.275.2
Constantin, N., Nicolae, Maria, and Boiangiu, C.: **Studies concerning the physical and chemical properties of the slags resulted from Mn-containing ferro-alloy making**

The attaining of the optimal values for of the physical and chemical properties of the slag (melting temperature, viscosity, density, surface tension, resistivity, basicity) determined by its chemical composition has a positive influence on the slag skimming from the ferro-manganese bath, on the settlement and the sedimentation rate of ferromanganese drops, on the heat transfer etc.

Plant researches have been carried out on 130 charges in order to assess the optimal slag properties and a mathematical model has been obtained,. The mathematical model may be used in the conditions existent in the ferroalloys factories.
Metalurgia 44(1992), nr. 2, p. 17—19

DC: 530.374: 621.73
Dumitrescu, A. T., Cocu, M. and Popa, A.: **Hot formability and simulation of Ni—Fe—Mo—Cr alloy bar forging**

The Ni- base alloys of the Ni — Fe — Mo — Cu and Ni—Fe—Mo—Cr systems, known under the name of Mumetal, are largely used in the electrotechnical industry due to their magnetic permeability.

The hot forming of these alloys is difficult because of low deformability, especially as cast.

This report evaluates the hot formability properties of the Ni—Fe—Mo—Cu alloy using hot twisting tests (ingot cut test pieces) in the 850—1250°C temperature range and two strain rates ($\varepsilon = 0{,}1\ s^{-1}$ and $\varepsilon = 1\ s^{-1}$).

The experiments showed a strong increase of ductility with temperature, a result recommending plastic forming in plant conditions at high temperatures (1250—1150°C), thus avoiding high pass reduction ratios.

The report has also a simulation program for forging a 80 mm dia ingot into 60 mm dia bars, monitoring both the microstructure evolution versus deformation temperature and the influence of surface quality on alloy ductility.

Thus, the use in the simulation program of the equality of the mechanical energy on volume unit in the two forming processes (forging and twisting) provides a rather correct simulation of the forging process, resulting in similar microstructures.
Metalurgia 44(1992), nr. 2, p. 19—26

DC: 669.14.018.8
Ilca, I. and Păcurar, N.: **The improvement of Cr—Ni—Mo austenitic stainless steel deformability**
Metalurgia 44 (1992), nr. 2, p. 26—29

DC: 669—41: 669.14.418
Ivan, I., Mârzac, G. and Sandru, M.: **Coated sheet and strips: achievements and trends**

The paper presents the fields of application of coated sheet and the technical and economical advantages of using these products in different industrial areas.

The achievements and the trends of these products manufacturing in our country and worldwide are also mentioned.
Metalurgia 44(1992), nr. 2, p. 29—31

DC: 539.371
Crăciun, Drăgan, Florina: **Some aspects concerning the manufacture of the flexible wheel of the harmonic reduction gear**
Metalurgia 44(1992), nr. 2, p. 31—35

DC: 621.746.01
Zhukov, A. A. and Semionov, A. N.: **The use of carbon fibres for carburizing the steel castings by "IN MOULD" proces**

Carbon fibre felt was introduced in the mold cavity. A high carbon steel was obtained after casting a medium carbon steel in the corresponding zones of the casting because of carbon fibre dissolution in the metal during the solidification process.

The impregnation and dissolution degree of the felt depends on the carbon activity degree in the molten steel.

The impregnation is favoured by the constant decrease of the steel liquidus temperature during its carburizing.

The abnormal increase of the carbon level determines the decrease of the felt wetting and impregnation factor. It is necessary to find the optimal solution for every case.

The castings cleaned at high temperature may be quenched in as cast state and the transformation in martensite occurs in the carburizing zones.
Metalurgia 44(1992), nr. 2, p. 35—40

DC: 621.742
Scurtu, Ioana, Cocoloș, S. and Cohn, E.: **Quality improvement in moulding sand**

The efficiency of certain anorganic salts as additions in bentonite — base moulding sands was demonstrated in retaining the water existing in the sands and providing stable properties to moulds and cores.

The report outlines the importance of using certain hygroscopic salts to achieve the optimal ratio between the bentonite and water contents of the mixtures.

It also shows that suitable additions of magnesium oxide lead to sensible improvements in the properties of bentonite-base moulding mixtures.
Metalurgia 44(1992), nr. 2, p. 40—44

inhalt

DK: 665.521.9.
Panaitescu, Cornelia: **Beitrag der petrographischen Analysen zur Zusammenstellung der komplexen Koksfüllungen**
Es wird der Wert der petrographischen Rang-Bestimmungen, sowie der Wert der petrographischen Bestimmungen mit struktureller Zusammensetzung, gemäss den Mikrolitotypen und Matscheralen, für verschiedene Kohlearten und speziellerweise für die importierten Kohlearten, die Bestandteile der komplexen Koksfüllungen, hervorgehoben. Ihre Qualität und Zusammenpassung im Gemisch werden nur abhängig von den klassischen Indexzahlen der flüchtigen Bestandteile, beeinflusst von der petrographischen-oder Rang-Zusammensetzung und Versinterung-Verkokung, dessen Nichtadditivität aus der komplexen Koksfüllung bekannt ist. Als Folge der Versuche an Schmelzen mit 40—50% Gas-Steinkohleinhalt aus Valea Jiului, wurde festgestellt, dass für die Erzielung, unter den Bedingungen einer rumänischen Kokerei, eines Kokses mit einer annehmbaren Qualität für die 1000 m^2 — Hochöfen, ist die Ausführung einer komplexen Schmelze mit einer durchschnittlichen Reflektanz von mindestens 0,95% und Inertindexzahlen von 0,82—0,85 nötig.
Metalurgia 44 (1992), nr. 2, p. 9—17

DK: 669.162.275.2
Constantin, N., Nicolae, Maria, und Boiangiu, C.: **Erforschungen angesichts der physikalisch-chemischen Eigenschaften im Bereich der Herstellung der Ferrolegierungen mit Manganinhalt**
Versicherung der optimalen Werte der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Schlacke (Schmelztemperatur, Zähigkeit, Dichte, oberflächliche Spannung, spezifischer Widerstand, Basizität), bestimmt von dessen chemische Zusammensetzung, beeinflusst in positiver Weise die Trennung der Ferromanganschlacke, die Abscheidung- und Ablagerungsgeschwindigkeit der Ferromangantropfen, den Wärmeübergang, usw.
Für die Festlegung der optimalen Schlackeeigenschaften wurden an 130 Schmelzen Erforschungen durchgeführt, und ein mathematisches Rechenmodell festgesetzt. Das mathematische Modell kann, unter konkreten Bedingungen, in den Ferrolegierungswerken eingesetzt werden.
Metalurgia 44 (1992), nr. 2, p. 17—19

DK: 539.374: 621.73
Dumitrescu, A. T., Cocu, M. und Popa, Angela: **Warmverformbarkeit und Simulierung des Schmiedens der aus Ni—Fe—Mo—Cr—Basislegierungen hergestellten Stangen**
Die Ni-Basislegierungen aus den Ni—Fe—Mo—Cu — und Ni—Fe—Mo—Cr— Systemen, bekannt auch als Mumetalle, werden auch in der Elektrotechnik, dank ihrer hohen magnetischen Permeabilität eingesetzt.
Die Warmverarbeitung der o.g. Einrichtungen ist sehr schwierig und zwar wegen der niedrigen Plastizität; speziellerweise beim Giessen.
In der vorliegenden Arbeit wurde die Auswertung der Warmverformbarkeitseigenschaften der NiFeMoCu — Legierung auf der Grundlage einiger Warmtorsionsversuche (aus Giesslinge verarbeitete Proben), im Temperaturbereich von 850°C—1250°C und zwei Verformungsgeschwindigkeiten von $\dot{\varepsilon} = 0{,}1\ s^{-1}$ und $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$.
Nach den Versuchen wurde ein hoher Zuwachs der Duktilität, gleichzeitig mit der Temperatur, was die Verformung unter industriellen Bedingungen, bei hohen Temperaturen, zwischen 1250°C—1150°C und die Verminderung der Reduktionsgrade betrifft, festgelegt.
Die Arbeit enthält ebenfalls ein Simulierungsprogramm für das Schmieden eines ⌀ 80 mm Giesslings in ⌀ 60 Stangen, verfolgend nicht nur die Entwicklung der Mikrostruktur, abhängig von der Verformungstemperatur; sondern auch den Einfluss der Oberflächenqualität auf der Duktilität der Legierung.
Es kann der Schlusssatz gezogen werden, dass die Anwendung, während der Simulierung, des Kriteriums der Gleichmässigkeit der mechanischen Arbeit auf der Volumeneinheit während den zwei Verformungsprozessen, bzw.: Schmieden, Torsion, die relativ fehlerlose Simulierung des Schmiedeprozesses, indem ähnliche Mikrostrukturen erzielt werden versichert.
Metalurgia 44 (1992), nr. 2, p. 19—26

DK: 669.14.018.8
Ilca, I. und Păcurar, V.: **Verbesserung der Plastizität der nichtrostenden austenitischen Cr—Ni—Mo—Stähle**
Metalurgia 44(1992), nr. 2, p. 26—29

DK: 669—41.669.14.418
Ivan, I., Mârzac, G. und Şandru, M.: **Plattierte Bleche und Bänder: Ausführungen und Aussichten**
In der vorliegenden Arbeit werden die Einsatzbereiche der plattierten Bleche und die technisch-wirtschaftlichen Vorteile des Einsatzes der o.g. Produkte in den verschiedensten Industriebereiche dargestellt.
Es werden ebenfalls die Ausführungen und Aussichten der Herstellungsverfahren der o.g. Produkte dargestellt.
Metalurgia 44(1992), nr. 2, p. 32—35

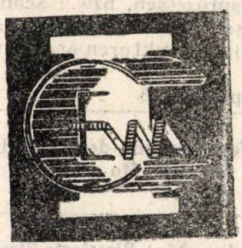
DK: 539.371
Crăciun, Drăgan, Florina: **Einige Betrachtungen betreffs der Nachfrage und der Herstellung der flexiblen Räder der armonischen Reduktore**
Metalurgia 44 (1992), nr. 2, p. 35—40

DK: 621.746.01
Zhukov, A. A. und Semionov, A. N.: **Einsatz der Kohlenstofffasern bei der Aufkohlung der auf Basis vom" IN-MOULD" — Verfahren gegossenen Werkstücke**
Im Hohlraum wird Filz auf Kohlenstofffasern eingeführt. Nach dem Giessen eines Stahls mit mittleren Kohlenstoffinhalt in den entsprechenden Zonen des Gussstücks wurde Stahl mit einem hohen Kohlenstoffinhalt hergestellt: dank des Lösens der Metallfasern im Metall während ihrer Erstarrung.
Der Imprägnierungs-und Lösungsgrad des Filzes ist von der Kohlenstoffaktivität im flüssigen Stahl abhängig.
Die Imprägnierung ist von der konstanten Verminderung der Liquidustemperatur des Stahls während der Aufkohlung begünstigt.
Das übertriebene Wachstum des Kohlenstoffs bestimmt die Herabsetzung des Benetzungs — und Imprägnierungsfaktors des Filzes. Für jeden einzelnen Fall muss die optimale Lösung festgesetzt werden.
Die Gussstücke, die bei einer hohen Temperatur gereinigt werden, können im gegossenen Zustand gehärtet werden.
Metalurgia 44 (1992), nr. 2, p. 40—44

DK: 621.742
Scurtu, Ioana, Cocolaş, S. und Cohn, E.: **Beiträge zur Verbesserung der Qualität der Rohformmasse**
Während der durchgeführten Versuche wurde der Wirkungsgrad einiger anorganischen Salze, als Zusätze in den Bentonit — Basislegierungen, mit dem Ziel der Zurückhaltung des Wassers aus den Gemischen und der Konstanthaltung der Kerneigenschaften und der betreffenden Formen hervorgehoben.
Es wird die Bedeutung des Einsatzes einiger Salze mit hygroskopischen Eigenschaften angesichts der Konstanthaltung einer optimalen Beziehung zwischen dem Bentonitanteil und dem Wasseranteil aus der Zusammensetzung der Gemische erwähnt.
Es wird erklärt, dass das Magnesiumoxyd, in entsprechenden Mengen eingeführt, in einiger Masse die Eigenschaften der auf Basis von Bentonit-Basislegierungen erzielten Formmassen verbessern.
Metalurgia 44 (1992), nr. 2, p. 40—44

INSTITUTUL DE CERCETĂRI METALURGICE

ICEM VĂ OFERĂ:



— Studii de soluții privind modernizrea tehnologică;

— Studii de prognoză și strategie metalurgică;

— Cercetări tehnologice pentru realizarea de noi produse metalurgice solicitate de piață: table, benzi, țevi, bare, sîrme;

— Cercetări aplicative și fundamentale în domeniul creării de noi materiale:

- aliaje speciale;
- materiale ceramice;
- materiale carbonice;
- carburi sinterizate;
- materiale metalice amorfe.

— Expertize metalurgice privind determinarea cauzelor comportării necorespunzătoare a materialelor metalice, elucidate litigiilor între producătorii și beneficiarii de produse metalurgice;

— Lucrări de caracterizare complexă a produselor metalurgice, care nu pot fi realizate de laboratoarele uzinale.

Cu o experiență de peste 40 de ani în domeniul cercetării metalurgice, ICEM a avut meritul de a crea bazele științifice și tehnologice ale dezvoltării industriei siderurgice în România.

ICEM produce și comercializează, în stațiile pilot proprii, produse de serie mică și performanțe superioare:

— etaloane pentru analiză chimică spectrală;

— plăcuțe nestandardizate din carburi metalice sinterizate, pentru prelucrarea metalelor;

— piese din ceramică fină inclusiv conducători de fier pentru industria textilă;

— produse carbonice pentru electrotehnică;

— aliaje speciale inclusiv aliaje medicale.

ICEM S.A
Mehadiei, 39
sect 6, cod
București
Tel. 375326
Telex: 10034
Fax: 375573

CONTRIBUȚIA ANALIZELOR PETROGRAFICE LA ALCĂTUIREA ȘARJELOR COMPLEXE DE COCSIFICARE

Prof. dr. ing. CORNELIA PANAITESCU
Institutul Politehnic București

CZ: 665.521.9

Progresele realizate în tehnicile de caracterizare a materialelor cărbunoase naturale și artificiale, produse rezultate din procese pirogenetice, au evidențiat poziția de vîrf a metodelor carbopetrografice cu o bază teoretică serioasă, de natură genetică și fizicochimică.

Lucrarea se încadrează în aspectul mai larg al aplicabilității cercetării și analizelor carbopetrografice din industria cocsochimică. Rezultatele obținute, ca urmare a introducerii acestor metode de investigație în diversele faze, foarte importante, ale alegerii și pregătirii materiei prime pentru procesul termochimic al producerii cocsului metalurgic, au relevat contribuția sensibilă a determinărilor petrografice privind posibilitățile de alcătuire optimă a șarjelor complexe de cocsificare.

Alegerea cărbunilor de șarjă și stabilirea rețetei de cocsificare s-au făcut, întotdeauna, pe baza unor considerente de ordin teoretic, principial și practic, tehnico-economic. Considerentul principial este reprezentat de necesitatea obținerii unui cocs de calitate corespunzătoare și cu randament maxim: cocsul metalurgic. Considerentele tehnico-economice se referă la utilizarea, în proporție cît mai mare, a cărbunilor indigeni și la posibilitatea extinderii bazei de materii prime pentru ușurarea aprovizionării și realizarea unui preț de cost cît mai redus.

Teoria amestecurilor de cărbuni pentru cocsificare, în ideea lărgirii bazei de materii prime, s-a dezvoltat paralel cu creșterea necesarului de capacități pentru producerea cocsului, acumularea de cunoștințe referitoare la factorii de influență asupra dezvoltării procesului termochimic, și creșterea experienței în producție. Pe parcursul în timp a evoluției acestei teorii se pot deosebi cîteva etape corespunzătoare modelelor utilizate pentru sistemele de alcătuire a amestecurilor de șarjă:

— modele statistice, cu sisteme omogene, care foloseau doar caracteristici analitice chimico-tehnice și tehnologice [1];

— modele statistice, în care se introduce conceptul sistemelor eterogene, din punctul de vedere al compoziției petrografice [2];

— modele teoretice, bazate pe sisteme eterogene, în care se consideră dependența calității cocsului de rangul și compoziția petrografică a șarjei, de granulometria acesteia și de transformările, în procesul pirogenetic, ale componenților structurali și cărbunilor [3] — [5].

Dacă primele două modele au fost caracterizate de unii cercetători drept „statice", deoarece cărbunii se adaptau unor rețete prestabilite, ultimul model este denumit „dinamic", el corespunzînd unor sisteme variate, adaptate la caracteristicile materiei prime și la relațiile dintre acestea și mecanismul procesului de cocsificare [6].

În cadrul ultimului tip de modele, alcătuirea rețetelor de șarjă complexă, corespunzătoare obținerii unui cocs de o anumită calitate, a căpătat o bază științifică prin:

— folosirea unor parametri condiționați genetic și prin transformările naturale, în procesul de carbonificare; aceștia influențează direct comportarea huilelor la pirogenare și au caracter aditiv;

— introducerea corelațiilor, verificate practic, între caracteristicile petrografice și chimico-tehnologice ale cărbunilor și șarjelor, pe de o parte, și structura și compoziția cocsului, respectiv calitatea lui de utilizare, pe de altă parte [6] — [7].

În țările în care baza de materii prime cărbunoase, cu însușiri bune de aglutinare-cocsificare, este redusă, alegerea cărbunilor adecvați pentru a deveni componenți ai șarjelor de cocsificare a reprezentat mult timp o problemă dificilă. Aceasta s-a datorat următoarelor:

— indicilor chimici de rang, respectiv procentul de materii volatile, care nu redau, în multe cazuri, gradul de carbonificare real și, deci, nici proprietățile de aglutinare-cocsificare corespunzătoare;

— neadităvității de ordin general a caracteristicilor tehnologice ale cărbunilor individuali și, în special, ale huilelor de rang foarte diferit (inferior, cu multe materii volatile și de rang superior, cu puține volatile).

În prezent, se poate afirma că, prin alegerea componenților unei șarje complexe, trebuie cunoscute următoarele:

— caracteristicile principale ale huilelor care influenţează comportarea acestora la cocsificare;

— modul în care se comportă diferiţii constituenţi ai huilelor la pirogenare;

— interacţiunea componenţilor din cadrul şarjei în timpul pirogenării;

— influenţa adaosurilor ameliorante, în special a degresanţilor (naturali sau artificiali);

— relaţiile de dependenţă între caracteristicile cărbunilor şi şarjelor şi structura şi compoziţia cocsului, care îi conferă acestuia calitatea de utilizare [5].

Caracterizarea petrografică a cărbunilor, în scopul alegerii şi dozării lor în anumite proporţii în reţetele şarjelor de cocsificare, se face, în principal, din punctul de vedere al rangului şi al compoziţiei petrografice. Gradul de carbonificare, exprimat prin reflectanţa vitrinitului (%RmVi), şi compoziţia petrografică (după componenţii organici şi asociaţiile carbominerale), exprimată în %volum, se determină cu ajutorul unei aparaturi simple, utilizată curent în laboratoarele industriale ale cocseriilor din întreaga lume [3]. Aceşti parametri reprezintă unele criterii de calitate obiective, în strînsă legătură cu proprietăţile tehnologice, de plastifiere şi aglutinare-cocsificare ale huilelor şi amestecurilor lor. Astfel, o schemă simplă de relaţii între parametrii fizici şi chimici de rang, perfect valabilă pentru huilele vitrinitice, poate fi utilizată la o primă apreciere asupra caracteristicilor lor tehnologice (fig. 1).

Trasarea reflectogramelor pentru posibilii componenţi ai şarjei este relevantă şi deosebit de necesară pentru cărbunii preluaţi din import, care nu pot fi caracterizaţi drept huile individuale sau amestecuri după nici un indice clasic (materii volatile sau indici de aglutinare şi cocsificare). Ea se realizează pe baza repartiţiei reflectanţei pe trepte de vitrinit (fig. 2), (tab. 1). Se obţin, astfel, informaţii suplimentare, referitoare atît la intervalul şi variaţia rangului, cît şi la proporţiile aproxi-

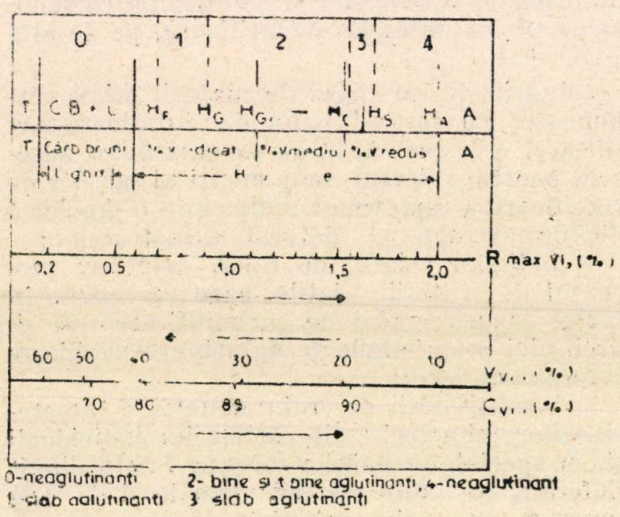


Fig. 1. Relaţiile dintre parametrii fizici şi chimici de rang şi comportarea la cocsificare a cărbunilor

Fig. 1. Relations between physical and chemical rank parameters (indices) and the coking behaviour of the coals

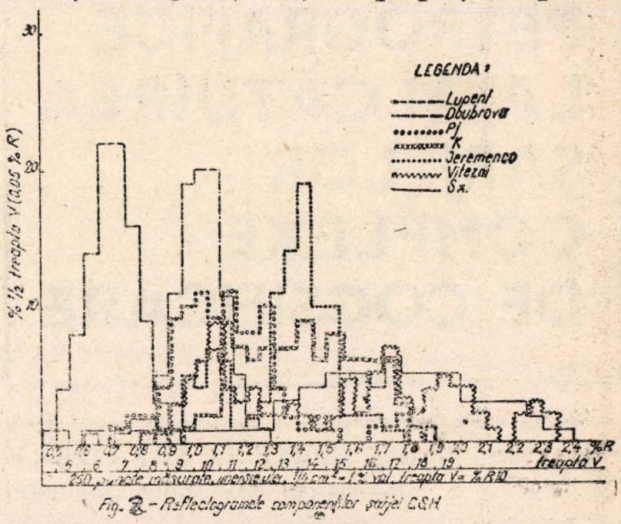


Fig. 2. Reflectogramele componenţilor şarjei UCCH

Fig. 2. UCCH charge component reflectograms

Tabelul 1

Repartiţia reflectanţei medii a cărbunilor şi a şarjei UCCH, pe trepte de vitrinit, %

Treapta a V-a	LUB	D	PJ	K	S.U.A.	V	Sx	Şarja
0,40—0,50	1	—	—	—	—	—	—	1
0,50—0,60	12	—	—	—	—	—	1	4
0,60—0,70	36	2	—	1	—	—	1	19
0,70—0,80	38	2	3	—	—	—	3	19
0,80—0,90	12	6	6	1	—	2	3	13
0,90—1,00	1	30	19	1	5	8	2	6
1,00—1,10	—	40	20	4	11	15	2	6
1,10—1,20	—	16	19	16	77	7	2	4
1,20—1,30	—	3	18	13	5	6	2	6
1,30—1,40	—	—	6	14	25	5	6	6
1,40—1,50	—	—	3	15	25	3	8	6
1,50—1,60	—	—	1	14	12	7	10	4
1,60—1,70	—	1	1	12	4	7	9	4
1,70—1,80	—	—	3	9	2	10	11	1
1,80—1,90	—	—	1	1	—	6	10	1
1,90—2,00	—	—	—	—	—	9	10	—
2,00—2,10	—	—	—	—	—	6	6	—
2,10—2,20	—	—	—	—	—	1	6	—
2,20—2,30	—	—	—	—	—	5	5	—
2,30—2,40	—	—	—	—	—	2	2	—
R_m, %	0,70	1,02	1,14	1,40	1,35	1,51	1,65	0,98
Devierea standard	0,20	0,27	0,45	0,46	0,40	0,88	0,96	0,70

Obs.: LUB — Lupeni, Uricani, Bărbăteni;
D — Dobrava;
Pj — huilă grasă;
K — huilă de cocs;
V — Vitezni;
Sx — semicocs.

Tabelul 2

Compoziţia petrografică a cărbunilor şi şarjei UCCH, % vol.

Grupe macerale \ Cărbunele	LUB	D	PJ	K	S.U.A.	V	Sx	Şarja
Vitrinit	83,5	65,3	79,5	84,0	78,5	78,2*	87,1**	75,9
Exinit	3,0	7,2	4,5	0,2	1,8	0,8	—	3,0
Inertinit — semifuzinit								4,8
Inertinit — fuzinit + sclerotinit		9,0	4,3	4,8	8,5	9,2		
Inertinit	0,4	4,5	2,2	3,6	2,8	3,2	0,7	1,2
Inertinit — micrinit + macrinit		6,5	3,1	0,6	0,8	2,4		0,9
— Mineral, %	10,5	7,5	4,0	5,0	7,6	6,2	9,6	7,0
— Pirită	2,6	—	2,4	1,8	—	—	2,6	1,9
— Sx							100,0	4,5
Reactivi/inerţi (MO)**	86,5/0,4	75,5/17	85,4/8,2	85,8/7,4	83,1/9,3	82,0/7,6	—	79,5/5,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0

*) Circa 10% din semicocs: insuficient degazat;

**) Raportat la masa organică (MO), [5].

mative în care se află diferiţii cărbuni în amestec (fig. 3), /3/.

Determinarea compoziţiei petrografice cantitative a cărbunilor de şarjă duce la stabilirea naturii constituenţilor organici şi minerali şi, de asemenea, a raportului dintre reactivi şi inerţi (tab. 2).

Cunoscînd comportarea la pirogenare a componenţilor structurali (macerali şi microlitotipi), stabilită microscopic cu specificaţie la domeniul termic al fazei plastice a huilelor cocsificabile, ei se pot grupa, procentual, în: componenţi reactivi, inerţi şi semiinerţi. Acest lucru prezintă o deosebită importanţă pentru alegerea componenţilor şarjei, avînd în vedere rolul degresant al inertinitului, în general, şi faptul că prezenţa lui, în proporţii mai mari în şarjă, schimbă raportul între rang şi rezistenţa mecanică a cocsului produs [5].

Interacţiunea componenţilor cărbunoşi în procesul termochimic are loc în mod asemănător cu aceea a maceralilor asociaţi în microlitotipi şi a microlitotipilor între ei. Elementul favorizant îl constituie granulometria şarjei. Aceste aspecte se observă microscopic atît în timpul pirogenării, urmărită microscopic, cît şi, mai simplu, în structura cocsului produs. Deşi, teoretic, toţi componenţii şarjei, bine amestecaţi, reacţionează între ei în intervalul termic al fazei plastice, aceştia îşi păstrează însă o anumită individualitate, fapt care a dus la apariţia noţiunii de „compatibilitate" a componenţilor şarjei, care se reflectă în gradul de legare structurală în matricea cocsului. O schemă simplificată a evoluţiei proce-

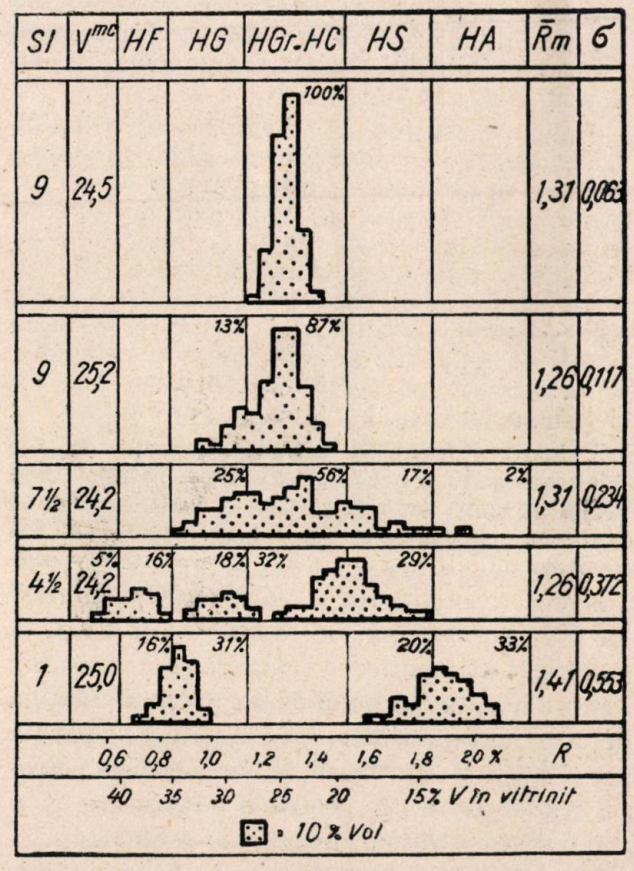


Fig. 3. Reflectogramele şi domeniile de dispersie ale reflectanţei medii la cinci tipuri de şarje, caracterizate prin % Vm^3 şi SI [3]

Fig. 3. Reflectograms and average reflectivity distribution for five charge types, characterized by %Vm^3 and SI/[3]

selor fizicochimice la cocsificarea unei şarje complexe (fig. 4) arată atît interdependenţele de reacţie, accentuate de existenţa unei mezofaze cu bună plasticitate, cît şi posibilitatea păstrării particularităţilor de comportare, în procesul termochimic, a diferiţilor componenţi. Exemple privind gradul diferit de compatibilitate a unor componenţi de şarjă sînt redate în figura 5.

formării unui reziduu solid, predominant anizotropic, bine topit şi legat, cu fisurare redusă şi porozitate medie.

Adaosurile ameliorante, reprezentate, în general, de cărbuni sau reziduuri de pirogenare,

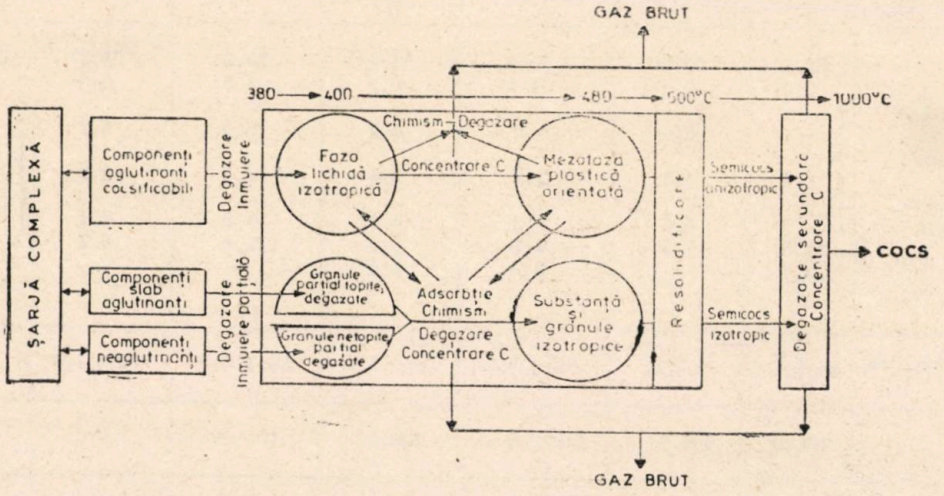


Fig. 4. Schemă simplificată a evoluţiei proceselor fizicochimice la cocsificarea unei şarje complexe
Fig. 4. Simplified diagram of the evolution of physico-chemical processes during the coking of the complex charge

Rolul adaosurilor ameliorante — aglutinante şi degresante—în alcătuirea şarjelor complexe a crescut, în ultimele decenii, datorită necesităţii introducerii în amestec a proporţiilor din ce în ce mai ridicate de huile de rang inferior, cu multe volatile şi slab aglutinate. Ele au fost folosite atît pentru îmbunătăţirea calităţii cocsului metalurgic, prin creşterea capacităţii de aglutinare-cocsificare a amestecului, şi implicit a productivităţii cuptoarelor, cît şi pentru lărgirea bazei de materii prime.

Principiul formării cocsului în cuptorul industrial clasic constă în realizarea, în structura şarjei în curs de pirogenare, a unei faze de o anumită plasticitate (mezofaza), care să favorizeze mobilitatea şi, deci, interacţiunea componenţilor, ordonarea şi dezvoltarea unităţilor structurale, pentru formarea, în final, a structurii cristalitice — pregrafitice a cocsului. Pentru aceasta, cărbunii de şarjă trebuie să aibă un rang corespunzător, care să permită apariţia plasticităţii şi aglutinării, şi o compoziţie petrografică favorizantă pentru o viscozitate şi o reactivitate corespunzătoare ale mezofazei.

Deoarece componenţii şarjei, luaţi individual, satisfac, în mod diferit, aceste criterii, ei trebuie să fie astfel aleşi şi dozaţi în reţetă încît interacţiunea lor la cocsificare să asigure optimizarea dezvoltării mezofazei, în sensul

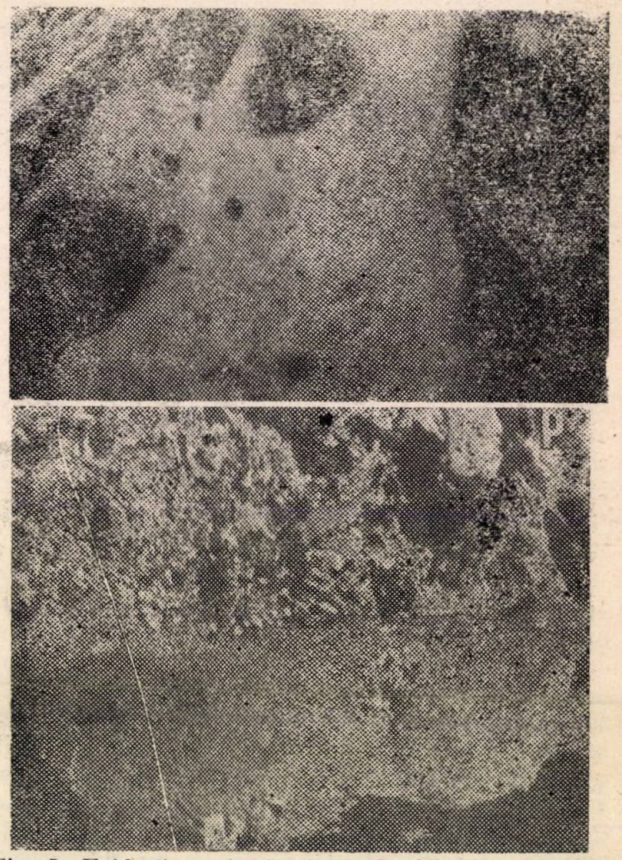


Fig. 5. Evidenţierea, în structura cocsului, a gradului de compatibilitate a componenţilor şarjei în procesul pirogenetic; *a*) —structură continuă, bine legată; *b*) —legare structurală slabă

Fig. 5. Emphasizing in the coke structure of charge, constituents compatibility degree in the pyrogenetic process; *a*) —well bonded continuous structure; *b*) —weak structural bonding

compensează, prin proprietăţile lor, anumite deficienţe în caracteristicile cărbunilor de şarjă sau ale şarjelor. Adaosul ameliorant-aglutinant face să crească gradul de reactivitate a mezofazei, îmbunătăţind capacitatea de topire plastică şi de legare structurală între componenţi; adaosul ameliorant-degresant micşorează procentul total de materii volatile, reducînd contracţia şi fisurarea şi, totodată, creşte viscozitatea fazei plastice. Gradul de inertitate al degresantului, determinat petrografic (microscopic), influenţează comportarea şarjei la pirogenare atît prin valoarea sa cantitativă, cît şi prin natura şi compoziţia inerţilor sau semiinerţilor. Aceştia pot fi naturali, inertinit sau huile cu procent de volatile redus, sau artificiali — semicocsuri sau cocsuri. Deşi ameliorarea se referă la capacitatea de aglutinare, ea se face uneori şi pentru micşorarea conţinuturilor de sulf sau cenuşă.

Atît pe baza determinărilor microscopice ale structurii cocsurilor formate din diferitele tipuri de amelioranţi [5], cît şi pe baza celor obţinute experimental din şarje cu diferiţi amelioranţi, se pot aprecia, cu bună aproximaţie, tipul şi procentul necesar de ameliorant pentru un cărbune sau amestec de cărbuni diferiţi. Astfel, s-au realizat:

— ameliorări ale şarjelor, insuficient aglutinante, cu proporţii anumite de smoală de cocserie, în funcţie atît de caracteristicile de rang şi compoziţie petrografică ale şarjei, cît şi de calitatea smoalei;

— ameliorări ale şarjelor cu procente ridicate de huile de gaz lipsite de inertinit (insuficient degresate), cu adaosuri de semicocs sau de huile bogate în inertinit — tip Australia.

Utilizarea ca adaos degresant a cărbunilor cu procent de volatile redus (H_S, H_A, A) necesită o atenţie specială din punctul de vedere al alegerii tipului optim, deoarece s-a constatat experimental că, la granulaţia curentă a şarjei (— 3 mm), eficienţa degresării respective este dependentă de rang (fig. 6), [2]. Determinarea corectă a rangului şi a compoziţiei petrografice este neapărat necesară, în acest caz, pentru stabilirea gradului de inertitate şi a necesităţii unei măcinări mai fine.

Mecanismul degresării la cocsificarea cărbunilor de LUB cu semicocs de fluidizare a fost explicat prin studiul microscopic, relevîndu-se şi aspectele negative ale utilizării acestui degresant. O imagine reprezentativă este redată în figura 7, [4].

Relaţiile de dependenţă între caracteristicile petrografice şi chimico-tehnologice ale cărbunilor şi şarjelor, structura şi compoziţia cocsului, s-au conturat şi stabilit pe baza elementelor teoretice, verificate practic, privind comportarea şi interacţiunea componenţilor petrografici în procesul pirogenetic.

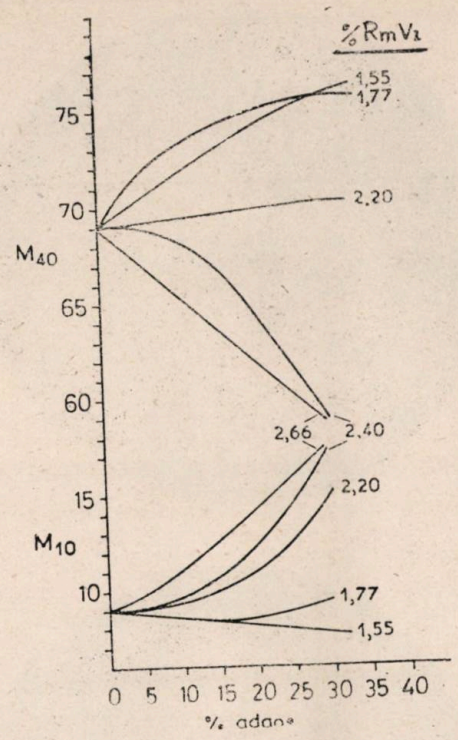


Fig. 6. Variaţia rezistenţei mecanice a cocsului M_{40} şi M_{10}, în funcţie de adaosul de huile de rang înalt (% Rm Vi), ca degresant la o şarjă cu procent de materii volatile ridicat /2/

Fig. 6. Variation of coke strength (M40 and M10) depending on high rank coal (%RmVi) addition as degreasing materia in a high content volatile matter charge [2]

Pentru cocsificarea din România, s-au efectuat cercetări microscopice extinse privind formarea şi dezvoltarea mezofazei la principalele huile utilizate în şarjele cocseriilor româneşti [4], [5] şi privind influenţa componenţilor amelioranţi, în special a celor bogaţi în macerali inertinitici, la pirogenarea şarjelor cu proporţii ridicate de huile de gaz preponderent vitrinitice [5]. Rezultatele, corelate cu determinările microscopice asupra structurii cocsului obţinut, au permis stabilirea, cu aproximaţie destul de bună, a naturii şi proporţiilor de amelioranţi, aglutinanţi sau degresanţi necesari. S-au stabilit, astfel, corelaţii foarte bune între calitatea de utilizare a cocsului, determinată de structura şi compoziţia lui, şi distribuţia procentuală a rangului (reflectograme) în şarje şi în compoziţia petrografică a acestora. În figura 8 este redată variaţia rezistenţei cocsurilor produse din amestecuri de huile LUB cu diferite tipuri şi proporţii de degresanţi naturali.

Sistemele utilizate la alcătuirea reţetelor de şarjă variază în diferitele ţări şi uzine cocsochimice. În ţările cu rezerve insuficiente de huile cocsificabile şi posibilităţi de aprovizionare mai reduse, la cocseriile cu bază tehnico-materială restrînsă s-a practicat şi încă se

a

b

Fig. 7. Aspecte microscopice ale pătrunderii granulelor mici de semicocs (albe) în porii de degazare a claritului (*a*) şi vitritului (*b*), din cărbunii de LUB

Fig. 7. Microscopic aspects of small semicoke white grain penetration in the degassing pores of clorain (*a*) and vitrain (*b*) of the LUB coal

mai practică alcătuirea reţetelor de şarjă folosind scheme axate pe un anumit component de bază, reprezentat, cantitativ şi calitativ, de un tip de huilă, de obicei indigenă.

În cocseriile centrelor siderurgice mai dezvoltate s-a introdus analiza petrografică pentru caracterizarea componenţilor şi şarjelor. Aplicată sistemului utilizat mult timp la U.C.C. Hunedoara, această schemă se prezintă ca în figura 9.

Proporţiile din diferitele tipuri de huile de cocs variază în funcţie de rangul şi compoziţia lor petrografică. Procentul şi tipul de inertinit din acestea influenţează cota de adaos degresant artificial necesar, care poate fi şi eliminat. Introducerea huilelor grase cu conţinut ridicat de exinit (efectul fluidificării mezofazei, favorizînd reacţiile în prezenţa hidrogenului) şi conţinut redus de durit inertinitic prezintă o bună compatibilitate cu huila de gaz slab aglutinantă, prin rangul apropiat.

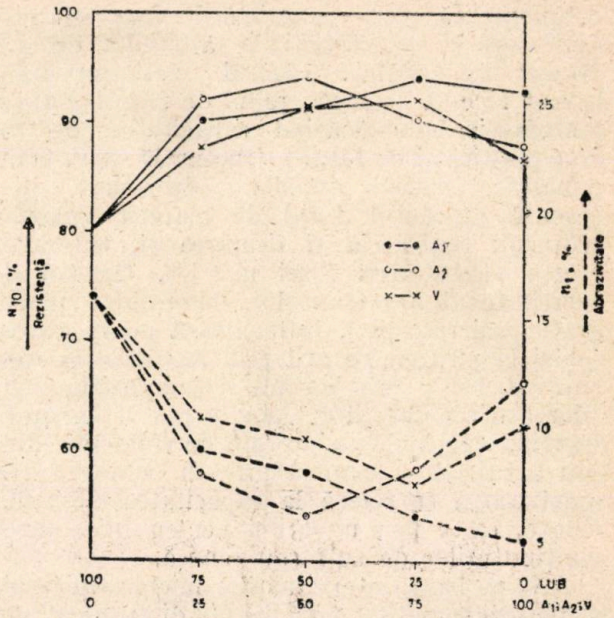


Fig. 8. Rezistenţa şi abrazivitatea cocsurilor produse din amestecuri de huile LUB, cu diferite tipuri şi proporţii de degresanţi naturali

Fig. 8. The strength and abbrasion of cokes produced from LUB coals mixed with different types and contents of degreasing coals

Tipul component al şarjei	Rangul, % RmVi	Compoziţia petrografică, % vol.	Participarea în şarjă, % anh.
Huilă flamb.-gaz (VJ) HF-G	~0,7 (0,65–0,75)	vitrit + clarit ⩾ 80 inertit ⩽ 1 carbargilit 12–15 carbopirit 5–8	⩽50
Huile grase HGr	1,0–1,2	vitrit + clarit ⩾ 65 durit ⩽ 5 trimacerit ⩾ 10 vitrinertit ⩽ 10 carbargilit ⩽ 8 carbopirit ⩽ 2	⩽20
Huile de cocs H_C–$H_{Cdegr.}$	1,25–1,5	vitrit + clarit ⩾ 65 trimacerit ⩽ 10 vitrinertit ⩾ 10 durit ⩽ 5 carbargilit ⩽ 8 carbopirit ⩽ 2	⩾22
Degresant artificial Sx, Cx	Rm variabilă în funcţie de temperatură	în funcţie de materia primă	⩽8

Fig. 9. Schema de alcătuire a şarjelor complexe, cu utilizarea caracterizării petrografice a componenţilor

Fig. 9. System of blend charge making up by using petrographic caracterization of coal components

Este de la sine înţeles, pentru specialiştii în domeniu, că, pe lîngă stabilirea reţetei, obţinerea unui cocs de calitate bună necesită efectuarea pregătirii corespunzătoare — diferenţiată şi selectivă petrografic — a componenţilor şarjei, dozarea corectă şi o amestecarea foarte bună a acestora în şarja complexă. Dacă este posibil, tehnologia de încărcare şi parametrii variabili ai cocsificării se corelează cu valoarea mai mult sau mai puţin ridicată a participării în şarjă a huilelor de LUB.

La cocseriile care trebuie să lucreze cu un amestec de cărbuni în care componentul cu pondere maximă este reprezentat de o huilă slab carbonificată, la nivelul unei reflectanţe medii de cca 0,75% şi cu o compoziţie petrografică în care vitrinitul reprezintă minimum 85% la masa organică, în reţeta şarjei complexe trebuie să fie introduşi componenţi aglutinanţi de rang mediu şi bogaţi în trimacerit şi degresanţi naturali bogaţi în inertinit.

Ca urmare a experimentărilor cu şarje conţinînd 40 — 50% huile de gaz LUB, s-a constatat că, pentru obţinerea unui cocs de calitate acceptabilă pentru furnalele de 1000 m³, este necesară realizarea unei şarje complexe, cu o reflectanţă medie a vitrinitului de minimum 0,98% şi un indice de inerţi de 0,82 — 0,85 [5].

La cocseriile din ţările cu industrie cocsochimică dezvoltată, care au laboratoare dotate cu aparatură modernă de cercetare şi analize, există scheme şi tabele de corelaţii, cu utilizarea parametrilor de rang şi de compoziţie petrografică, pe baza cărora se pot alege componenţii şi şarjele corespunzătoare obţinerii unui cocs de o anumită calitate (exprimată prin rezistenţa mecanică). Exemple de astfel de corelaţii folosesc indicii: % optim de inerţi — I optim — (U.R.S.S.), indicele de balanţă a compoziţiei şarjei — CBI (S.U.A., Japonia) sau % RmVi şi %I (inertinit) corelaţi cu caracteristicile fazei plastice. Ele sînt bazate pe constatarea practică precum că, pentru fiecare tip de huilă, de un anumit rang, există un anumit procent optim de inerţi necesari obţinerii cocsului de calitate dorită. În cazul huilelor LUB, procentul optim de inerţi este de 14 — 15%. În cazul huilelor de Anina este necesară scăderea procentului de inerţi, prin adăugarea de reactivi.

Din cele prezentate reiese clar că analizele carbopetrografice trebuie să se afle pe un loc principal în ordinea efectuării determinărilor de rutină, din cadrul laboratoarelor cocseriilor, necesare caracterizării cărbunilor care vor deveni componenţi ai diferitelor şarje de cocsificare. Rezultatele obţinute reprezintă elemente ajutătoare, strict necesare unei caracterizări complete a huilelor. Corelate cu indicii clasici chimico-tehnologici de pregătire şi cocsificare, analizele petrografice au o foarte bună aplicabilitate în realizarea schemelor de alcătuire a şarjelor complexe, cu efect economic maxim.

Concluzii

Se evidenţiază valoarea teoretică şi practică a introducerii analizelor carbopetrografice ca parametri complementari de optimizare a modelelor folosite în sistemele de alcătuire a şarjelor complexe de cocsificare. Ea constă în utilizarea unor indici fizicochimici, condiţionaţi genetic şi prin transformările naturale în procesul de carbonificare, şi în introducerea unor corelaţii funcţionale, verificate practic, între caracteristicile petrografice şi chimicotehnologice ale cărbunilor şi şarjelor, pe de o parte şi structura şi compoziţia cocsului, deci calitatea lui de utilizare, pe de altă parte.

Corelaţiile menţionate relevă interacţiunea diferiţilor componenţi cărbunoşi şi constituenţi petrografici ai şarjei în procesul termochimic al cocsificării, care condiţionează o anumită structură a cocsului.

Determinările petrografice, care trebuie efectuate, se referă la stabilirea corectă a rangului, cu ajutorul reflectanţei vitrinitului, a compoziţiei petrografice a cărbunilor şi a şarjei după: microlitotipi, macerali şi asociaţii carbominerale şi trasarea reflectogramelor.

Indicii petrografici consideraţi reprezintă parametri accesibili determinărilor curente care se efectuează în laboratoarele industriale, necesitînd o aparatură larg răspîndită pe plan internaţional.

Valorile determinate pentru indicii de rang şi compoziţie petrografică permit, pe baza cunoaşterii transformărilor la pirogenare a microlitotipilor şi maceralilor, aprecierea, cu aproximaţie destul de bună, a comportării la cocsificare a diferitelor tipuri de huile.

Influenţa maceralilor inertinitici (organici) şi a inerţilor minerali asupra proprietăţilor plastice şi de aglutinare-cocsificare ale huilelor, în funcţie de rang, certifică valoarea determinărilor petrografice pentru stabilirea reactivităţii maceralilor semiinerţi.

Există diferite modele ale sistemelor de alcătuire a şarjelor de cocsificare, utilizate în cocseriile diferitelor ţări; majoritatea utilizează parametrii petrografici ca elemente ajutătoare de prim ordin în alegerea componenţilor de reţetă.

Deoarece caracterizarea petrografică s-a dovedit că foloseşte metode simple, rapide şi obiective de determinare a valorii de utilizare a huilelor la producerea cocsului, ea a fost încadrată între criteriile de alcătuire şi apreciere a calităţii şarjelor de cocsificare, alături de cele denumite „clasice".

Cunoaşterea mai bună a proprietăţilor cărbunilor de şarjă şi corelarea caracteristicilor şarjei cu indicii de calitate a cocsului şi comportare a acestuia în furnal permit găsirea amestecului de şarjă cel mai economic pentru producerea cocsului, care să conducă la obţinerea unui randament optim al furnalului, cu un preţ de cost minim.

BIBLIOGRAFIE

[1] Blum, I., Ştefănescu, I. *Tehnologia combustibililor solizi* Bucureşti, Ed. Didactică şi Pedagogică, 1970.

[2] Marshall, R. G. *Report to the ICCP-Meeting on practical use of petrological techniques in coking blend control.* Paris, 1973.

[3] Mackowsky, M. Th. *The application of coal petrography in technical processes. Stach's textbook of Coal Petrology.* Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1975.

[4] Panaitescu, Cornelia *Stabilirea modificărilor de structură fizicochimică ale componenţilor petrografici din cărbunii naturali în procesele de carbonificare şi carbonizare.* Teză de doctorat, 1980, I.P.B.

[5] Panaitescu, Cornelia *Petrografia cărbunilor, cocsurilor şi produselor carbonice.* Bucureşti, Ed. Enciclopedică, 1991.

[6] Joshiaki, Miura *Japan's R & D on Metallurgical Cokemaking during the past four decades* În: Coke Making International, 1, 1990.

[7] Panaitescu, Cornelia *Caracterizarea structurii cocsului metalurgic de la C. S. Reşiţa.* I.P.B.— ICEM, nr. 35, 1986.

Revista revistelor

REVUE DE MÉTALLURGIE—CIT, FRANŢA, 1991, nr. 1

Zilele siderurgiei ATS90 (Intervenţia D-lui Francis Mer — preşedintele camerei sindicale a siderurgiei franceze, preşedintele firmei Usinor Sacilor), p. 29.

Diminuarea pierderilor de cărbune depozitat, cauzate de vînt, prin pulverizarea unui produs de polimerizare care formează crustă, p. 39.

Retehnologizarea furnalului B al firmei Sidmar în anul 1989, p. 45.

Permeabilitatea sistemelor refractare de închidere şi de protecţie a jetului: rolul acestora asupra uzurii materialelor refractare, fiabilităţii secvenţelor şi purităţii metalului, p. 55.

Întreţinere condiţionată: şocul acesteia asupra performanţei uzinei Scunthorpe a firmei British Steel, p. 65.

Aparate de măsură on-line şi automatizarea pentru controlul proceselor siderurgice, p. 77.

Evoluţia fontei cu grafit sferoidal şi aplicaţiile acesteia în industria de automobile, p. 85.

REVUE DE MÉTALLURGIE—CIT, FRANŢA, 1991, nr. 2

Modificarea maşinii de aglomerare nr. 3 Tabata şi funcţionarea după modificare, p. 127.

Minicongres privind turnarea continuă, p. 137.

Îmbunătăţirea producţiei de sîrmă şi bare de calitate la turnarea continuă a ţaglelor, p. 151.

Linie pilot de zincare prin electroliză: concepţia şi primele rezultate, p. 159.

Călirea an-line a oţelurilor inoxidabile austenitice pe linia de laminare. Cazul sîrmei, p. 171.

Calcule termochimice aplicate la studiul coroziunii produselor refractare în domeniul siderurgiei, p. 179.

Oţeluri cu fază dublă pentru bolţuri de mare rezistenţă netratate termic, p. 193.

STEEL TIMES (INCORPORATING IRON AND STEEL), ANGLIA, 1991, nr. 1

Utilizarea controlului static de proces (SPC) pentru asigurarea conceptului de calitate totală la zuinele Port Talbot ale Firmei British Steel, p. 14.

Standardele ISO 9000 şi sistemul pentru asigurarea calităţii utilizat de oţelăriile Imatra din Finlanda, p. 17.

Măsurători cu laser în industria oţelului, p. 18.

Controlul calităţii totale şi calculatorul, p. 22.

Asigurarea calităţii deşeurilor, p. 25.

Metalurgia în vid: potenţial, aplicaţii şi sisteme moderne, p. 26.

Retopirea electrică sub zgură la firma Thyssen Edelstahlwerke, p. 28.

Noul cuptor cu vid îmbunătăţeşte tehnologia de elaborare a oţelului pur la firma Special Melted Products, p. 30.

Retopirea electrică sub zgură — prezentarea pe scurt a caracteristicilor actuale ale procesului, p. 32.

STEEL TIMES, ANGLIA, 1991, nr. 2

Firma United Engineering Steel, îşi reduce capacitatea dar îmbunătăţeşte productivitatea, p. 70.

Investiţiile efectuate măresc succesul companiilor Lee, unul dintre cei mai mari producători independenţi de oţel din Marea Britanie, p. 72.

Firma Sheffield Forgemaster priveşte spre Europa de Est, p. 74.

Strategia conducerii în vederea asigurării oţelăriilor cu livrări de cocs pe termen lung, p. 86.

Firma National Steel reconstruieşte bateria nr. 5, folosind o tehnologie complet nouă, p. 88.

Gaze de mare puritate din atmosferă utilizate la elaborarea fontei şi a oţelului, p. 91.

Apa utilizată în industria metalurgică, p. 93.

Calitatea totală în fabricarea materialelor refractare, p. 96.

Restaurarea modulelor de izolare dintr-un cuptor de forjă, p. 98.

CERCETĂRI PRIVIND CARACTERISTICILE FIZICO-CHIMICE ALE ZGURILOR DE LA ELABORAREA FEROALIAJELOR CU MANGAN

Ing. N. CONSTANTIN
Dr. ing. MARIA NICOLAE și dr. ing. E. RUSU
Institutul Politehnic București
Ing. C. BOIANGIU
C.M. Tulcea

CZ: 669.162.275.2

În vederea creșterii randamentului de extracție al manganului din minereuri, în condițiile unui consum de energie eletrică cît mai scăzut, un rol deosebit de important în procesul de fabricare a feromanganului carburat îi revine zgurii.

Caracteristicile fizicochimice ale zgurii (temperatură de topire, viscozitate, densitate, tensiune superficială, rezistivitate, bazicitate) sînt determinate de compoziția ei chimică. Asigurarea acestor caracteristici la parametrii optimi contribuie la o bună separare a ei de feromanganul obținut, la o viteză mare de precipitare și de sedimentare a picăturilor de aliaj prin zgură pe vatra cuptorului, la transferul de căldură /2/.

Pentru stabilirea proprietăților optime ale zgurilor s-au efectuat cercetări la scară industrială, urmărindu-se cca 130 șarje într-un interval de aproximativ zece zile dintr-o perioadă de funcționare bună a cuptorului.

Cu această ocazie, s-a urmărit influența conținutului de (MnO) din zgură, a conținutului de (Al_2O_3) din zgură, a raportului (MnO)/ /(SiO_2), a raportului (MnO)/(Al_2O_3), a raportului (Al_2O_3)/(SiO_2) și a bazicității asupra conținutului de mangan din feromangan, deci, asupra gradului de extracție a manganului din minereu.

Rezultatele obținute prin analiza statistică, bazată pe corelații simple între parametrii urmăriți, sînt prezentate grafic în figurile 1 și 2.

Principala concluzie desprinsă din analizele efectuate este faptul că mărirea conținutului de (MnO) din zgură duce la micșorarea gradului de extracție a manganului (fig. 1) dar și la îmbunătățirea caracteristicilor fizicochimice, cum ar fi : temperatura de topire, viscozitatea și tensiunea superficială, deoarece micșorarea temperaturii de topire și a viscozității zgurii, precum și creșterea tensiunii ei superficiale favorizează trecerea cu ușurință a picăturilor de feromangan prin stratul de zgură.

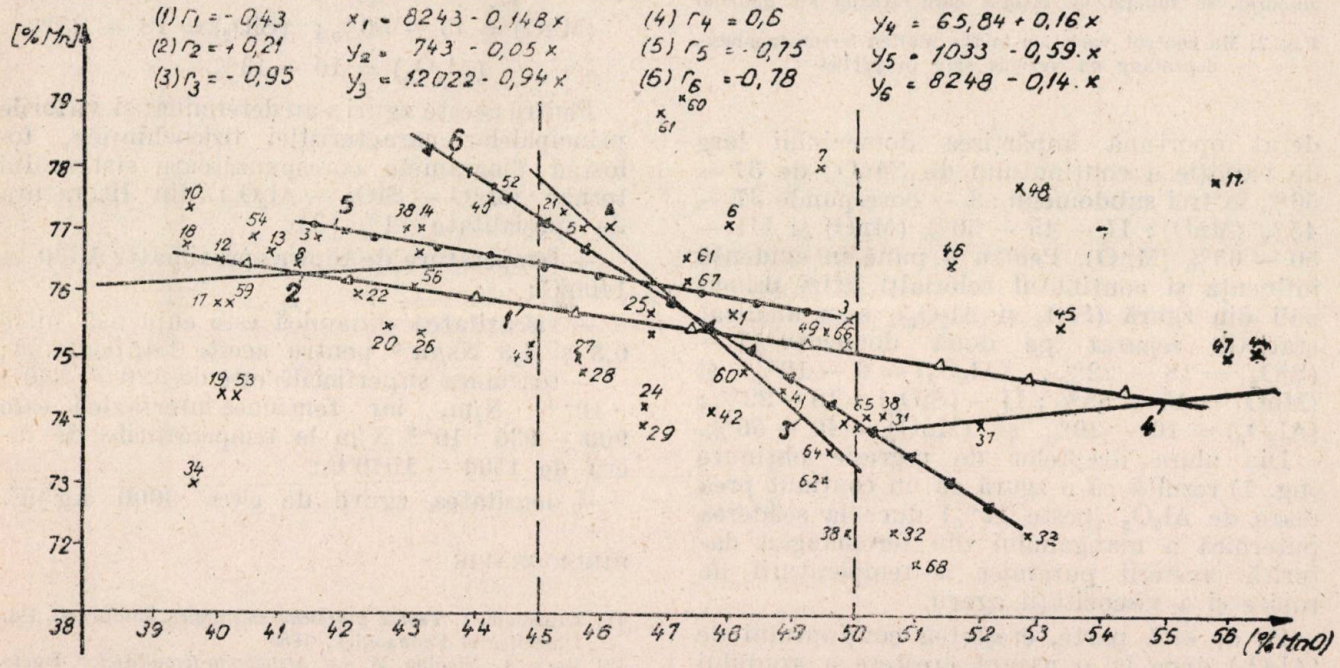


Fig. 1. Prelucrarea grafică a rezultatelor privind corelația dintre (MnO) și conținutul manganului în topitura metalică

Fig. 1. Graphic processing of the results regarding the relation between MnO and the Mn content in the metal melt

De aceea, problema care se pune, în acest caz, este de a stabili intervalul optim de concentraţie a oxidului manganos din zgură pentru a se obţine un grad cît mai mare de recuperare a feromanganului şi micşorarea pierderilor de mangan sub formă de picături în zgură. Pentru rezolvarea acestei probleme s-a consi-

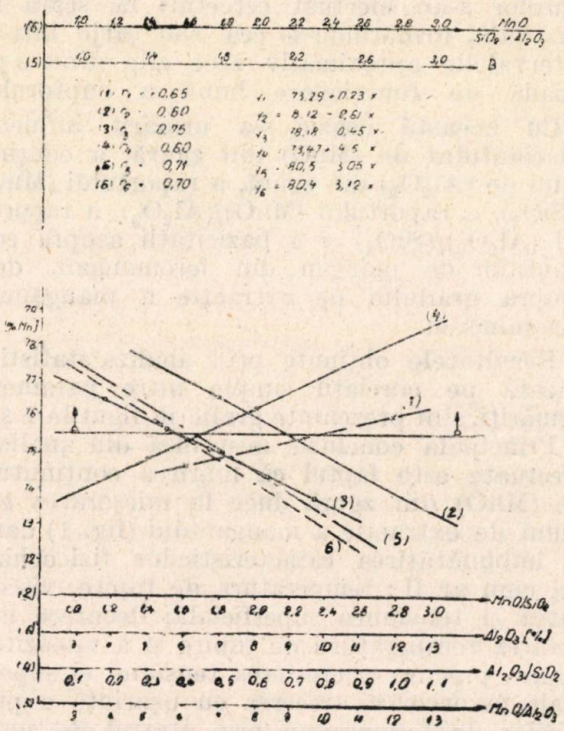


Fig. 2. Variaţia conţinutului de mangan din feromanganul elaborat, în funcţie de diverse caracteristici ale zgurilor

Fig. 2. Mn content variation in the molten ferromanganese, depending on various slag properties

derat oportună împărţirea domeniului larg de variaţie a conţinutului de (MnO) de 37 — 56% în trei subdomenii: I — corespunde 37 — 45% (MnO); II — 45 — 50% (MnO) şi III — 50 — 65% (MnO). Pentru a pune în evidenţă influenţa şi conţinutul celorlalţi oxizi principali din zgură (SiO_2 şi Al_2O_3), s-au analizat statistic separat pe două domenii: I — $(SiO_2) = 18 - 22\%$; $(Al_2O_3) = 6 - 12\%$ şi $(MnO) = 45 - 55\%$; II — $(SiO_2) = 18 - 22\%$; $(Al_2O_3) = 10 - 20\%$ şi $(MnO) = 40 - 50\%$.

Din alura dreptelor de regresie obţinute (fig. 1) rezultă că o zgură cu un conţinut prea mare de Al_2O_3 (peste 12%) duce la scăderea puternică a manganului din feromangan datorită creşterii puternice a temperaturii de topire şi a viscozităţii zgurii.

Pe de altă parte, creşterea conţinutului de (Al_2O_3) duce la o uşoară creştere a gradului de recuperare a manganului (fig. 1), ceea ce se explică prin influenţa pozitivă a acestui oxid asupra creşterii tensiunii superficiale a zgurii.

Creşterea raportului $(MnO)/(SiO_2)$ peste valoarea 2,2 (fig. 2) duce la scăderea puternică a conţinutului de mangan din feromangan prin blocarea unei cantităţi mari de MnO în zgură.

Gradul de recuperare a manganului creşte o dată cu creşterea raportului $(Al_2O_3)/(SiO_2)$ (fig. 1) şi scade o dată cu creşterea raportului $(MnO)/(Al_2O_3)$ şi a bazicităţii (fig. 2).

Din analiza detaliată a influenţei compoziţiei chimice a zgurii asupra conţinutului de mangan din feromangan au rezultat condiţiile impuse zgurii, în vederea creşterii gradului de extracţie a manganului.

În concluzie, se poate spune că o zgură cu compoziţia chimică optimă este cea obţinută prin rezolvarea sistemului de rapoarte (ecuaţii) stabilite, luîndu-se în considerare condiţiile restrictive impuse, adică:

$$(Al_2O_3) = 10 - 13\%$$

$$(MnO)/(SiO_2) = 1,8 - 2,2$$

$$(MnO)/(Al_2O_3) = 3 - 6$$

$$(Al_2O_3)/(SiO_2) = 0,45 - 0,60$$

$$(MnO)/(SiO_2) + (Al_2O_3) = 1,2 - 1,6$$

$$B = 1,20 - 1,65$$

Rezolvarea lor a dus la următoarele valori pentru principalii trei oxizi ai zgurii (ceilalţi — MgO, CaO etc. — sînt în proporţie foarte mică în zgurile obţinute în procedeul fără „fondant" şi de aceea au fost neglijaţi):

$$(MnO) = 45 - 50\%; \quad (SiO_2) = 18 - 23\%$$

$$(Al_2O_3) = 10 - 13\%$$

Pentru aceste zguri s-au determinat şi valorile principalelor caracteristici fizicochimice, folosind diagramele corespunzătoare sistemului ternar $(MnO - SiO_2 - Al_2O_3)$ din literatura de specialitate [1], [3]:

— temperatura de topire aproximativ 1350 — 1400°C;

— viscozitatea dinamică este cuprinsă între 0,8 şi 1,3 Ns/m^2 pentru aceste temperaturi;

— tensiunea superficială este de 520 — 530 · $\cdot 10^{-3}$ N/m, iar tensiunea interfazică este 900 — 930 · 10^{-3} N/m la temperaturile de lucru de 1500 — 1540°C;

— densitatea zgurii de circa 3600 kg/m^3.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dragomir, I. *Teoria proceselor siderurgice*. Bucureşti, Ed. Didactică şi Pedagogică, 1985.

[2] Vacu, S., Nicolae, M. ş.a. *Metalurgia feroaliajelor*. Bucureşti, Ed. Didactică, şi Pedagogică, 1980.

[3] Hansen, N. ş.a. *Structuri dvoinih splavov*, vol. I şi II Metallurghizdat, Moscova, 1962.

DEFORMABILITATEA LA CALD ŞI SIMULAREA FORJĂRII BARELOR DIN ALIAJ NI-FE-MO-CU

Dr. ing. A. T. DUMITRESCU I.C.E.M.
Mat. M. COCU I.M.S.
Ing. ANGELA POPA I.C.E.M.

CZ : 539.374 : 621.73

Aliajele pe bază de nichel din sistemele Ni—Fe—Mo—Cu sau Ni—Fe—Mo—Cr sînt caracterizate de valori ale permeabilităţii magnetice iniţiale $\mu_0 = 20000$ G_s/Oe şi maxime de $\mu_{max} = 60000 - 120000$ G_s/Oe şi sînt cunoscute sub denumirea comercială de mumetal.

Adaosurile de cupru şi crom aliajelor Ni — Fe duc la o creştere a permeabilităţii şi la o diminuare a pierderilor prin hysterezis.

Utilizarea în industria electrotehnică a acestor aliaje sub formă de benzi subţiri ($\sim$ 0,2 mm) necesită o serie de operaţii de deformare plastică şi tratamente termice intermediare.

Deşi prelucrarea la cald a aliajelor de nichel nu pune probleme datorate oxidării, plasticitatea lor este scăzută prin: conţinutul mare de elemente în soluţie, rezistenţa mare la deformare, valoarea scăzută a solidusului şi prin domeniul relativ larg de temperaturi la care se produce fisurarea intergranulară.

Considerentele menţionate mai sus au impus efectuarea de experimentări privind deformabilitatea la cald a aliajului Ni-Fe-Mo-Cu, experimentări efectuate prin încercări de răsucire la cald. Totodată, au fost efectuate simulări ale procesului tehnologic de forjare, în vederea stabilirii unei corelaţii corecte între domeniul temperaturilor de deformare şi intensitatea deformaţiei care poate fi aplicată fără să se obţină fisurarea produselor, în diferite faze ale procesului de forjare.

Materialul şi condiţiile experimentale

Epruvetele folosite la încercări au fost prelevate din lingou Ø 80, obţinut dintr-o şarjă elaborată în cuptor cu inducţie în vid de 50 kg capacitate. Compoziţia chimică a şarjei este prezentată în tabelul 1.

Lungimea porţiunii calibrate a epruvetelor a fost $L = 50$ mm, iar raza, în aceeaşi zonă, $a = 3$ mm.

Încercarea epruvetelor s-a efectuat cu ajutorul unei maşini de torsiune la cald tip SETARAM, la temperaturi iniţiale cuprinse între

Tabelul 1

Compoziţia chimică, %									O (ppm)
Ni	Fe	Mo	Cu	Mn	Si	Al	C	S	
Rest	15,8	4,4	4,6	0,48	0,02	0,021	0,01	0,05	185

850 şi 1250°C, cu viteza de deformaţie superficială de 0,1 şi 1 s^{-1}.

Rezistenţa la deformare

O valoare acoperitoare privind rezistenţa la deformare, într-un punct al unui material deformat plastic la cald, poate fi estimată pe baza valorii maxime a cuplului de torsiune, obţinut în urma încercării unei epruvete la T, $\dot{\varepsilon} = ct.$ Presupunînd că secţiunile transversale ale epruvetei se rotesc rigid una faţă de cealaltă, proporţional cu distanţa dintre ele, şi rămîn plane în urma deformaţiei, precum şi faptul că tensiunea tangenţială τ este complet determinată de valorile corespunzătoare ale deformaţiei tangenţiale γ şi vitezei de deformaţie tangenţiale $\dot{\gamma}$, avem:

$$\tau = \tau(\gamma, \dot{\gamma}, T) \qquad (1)$$

Relaţia (1) poate fi explicitată ţinînd cont de condiţia von Mises, $\sigma_s = \tau_s \sqrt{3}$, ($\sigma_s$ — intensitatea tensiunii) sub forma [1]:

$$\sigma_s = \frac{\sqrt{3}}{2\pi a^3}\left(3\Gamma + \varepsilon_s \frac{\partial \Gamma}{\partial \varepsilon_s} + \dot{\varepsilon} \frac{\partial \Gamma}{\partial \dot{\varepsilon}_s}\right) \qquad (2)$$

unde:

Γ este valoarea curentă a cuplului de torsiune;

ε_s — intensitatea deformaţiei superficiale;

$\dot{\varepsilon}_s$ — intensitatea vitezei de deformaţie superficială;

a — raza epruvetei.

Valoarea maximă a intensităţii tensiunii σ_m, corespunzătoare cuplului maxim Γ_m, se obţine atunci cînd $\frac{\partial \Gamma}{\partial \varepsilon_s} = 0$, iar (2) devine:

$$\sigma_m = \sigma_{m^\circ} + \frac{\sqrt{3}\,\dot{\varepsilon}_s}{2\pi a^3} \frac{\partial \Gamma_m}{\partial \dot{\varepsilon}_s}, \qquad (3)$$

unde:

$$\sigma_{m0} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi a^3}\,\Gamma_m$$

Pentru $a = 3$ mm, dacă Γ_m este dat în [Nm], atunci σ_{m0} se obţine în [MPa] prin intermediul relaţiei:

$$\sigma_{m0} = 30{,}63\,\Gamma_m \qquad (4)$$

şi relaţia (3) poate fi scrisă sub forma:

$$\sigma_m \approx 30{,}63\ \Gamma_m + 10{,}21\ \dot{\varepsilon}_s \frac{\partial \Gamma_m}{\partial \dot{\varepsilon}_s} \qquad (5)$$

Determinările experimentale, efectuate pe o gamă largă de materiale metalice, au pus în evidenţă o creştere a lui Γ_m (deci şi a lui σ_{m0}) o dată cu creşterea temperaturii iniţiale T_i.

Aceste observaţii au dus la înlocuirea variabilelor independente $\dot{\varepsilon}_s$ şi T_i prin valoarea superficială a parametrului Zener — Hollomon:

$$Z_s = \dot{\varepsilon}_s\ exp\left(\frac{Q}{RT_i}\right) \qquad (6)$$

unde Q este energia de activare a proceselor de restaurare şi/sau recristalizare dinamică, iar $R = 8{,}314$ J/K mol este constanta gazelor perfecte.

Din această înlocuire se obţine următoarea dependenţă funcţională:

$$\sigma_{m0} = \sigma_{m0}(Z_s) \qquad (7)$$

unde:

$$Z_s = \dot{\varepsilon}_s\ exp\left(\frac{Q_m}{RT_i}\right)$$

a cărei formă explicită se determină prin prelucrarea statistică a datelor experimentale. Astfel, pentru aliajul Ni—Fe—Mo—Cu studiat, s-a obţinut o bună corelare a datelor experimentale dacă dependenţa lui σ_{m0} de Z_s este logaritmică, adică:

$$\sigma_{m0} = a_m \ln\frac{Z_s}{b_m} = a_m\left(\ln\dot{\varepsilon} + \frac{Q_m}{RT_i} - \ln b_m\right) \qquad (8)$$

unde a_m, b_m şi Q_m sînt parametrii de material care se determină prin metoda regresiei pentru valorile exprimentale, perechi: $\sigma_m - Z_m$.

Prin derivarea relaţiei (8) şi ţinînd seamă de ecuaţia (4) rezultă:

$$\dot{\varepsilon}_s \frac{\partial \Gamma_m}{\partial \dot{\varepsilon}_s} = \frac{a_m}{30{,}63} \qquad (9)$$

de unde, folosind (5), se obţine:

$$\sigma_m = a_m \ln\frac{Z_s}{b_m} + \frac{a_m}{3} \qquad (10)$$

În figurile 1 şi 2 sînt reprezentate curbele de variaţie ale intensităţii tensiunii superficiale, în funcţie de intensitatea deformaţiei

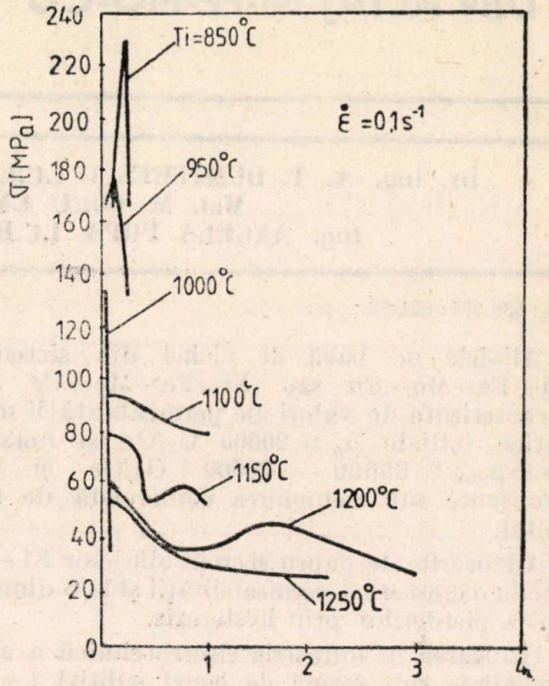


Fig. 1. Variaţia intensităţii tensiunii superficiale σ, în funcţie de intensitatea deformaţiei superficiale ε, la diferite temperaturi iniţiale şi pentru $\dot{\varepsilon} = 0{,}1\ s^{-1}$

Fig. 1 Surface stress intensity σ variation depending on surface strain intensity ε at various initial temperatures and for $\dot{\varepsilon} = 0.1\ s^{-1}$

superficiale ε, pentru diferite temperaturi iniţiale T_i şi pentru intensităţi ale vitezei de deformaţie $\dot{\varepsilon}$ de 0,1 şi 1 s^{-1}. Analizînd curbele din figurile 1 şi 2, se observă faptul că apariţia recristalizării dinamice, deci a unei porţiuni staţionare în diagrama $\sigma - \varepsilon$, se obţine în urma încercării epruvetelor la temperaturi înalte de deformare, şi anume: 1250°C la $\dot{\varepsilon} = 0{,}1\ s^{-1}$ şi 1200°C la $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$.

De asemenea, se constată că la o viteză de deformaţie de 0,1 s^{-1}, intensitatea deformaţiei corespunzătoare lui σ_m, notată cu ε_m, are valori mici, de $0{,}1 \pm 0{,}05$, practic la toate temperaturile la care s-au efectuat încercările (850 — 1250°C), pe cînd pentru $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$, ε_m este mic numai în intervalul de temperaturi 850 — 1050°C, la temperaturi mai mari crescînd pînă la $\varepsilon_m = 0{,}5$. Această comportare se deosebeşte de cea observată la alte materiale

metalice cu aceeași structură cristalografică la temperatura de deformare, c.f.c. (oțeluri inoxidabile austenitice, oțeluri de scule), la care ε_m crește o dată cu creșterea lui Z [2].

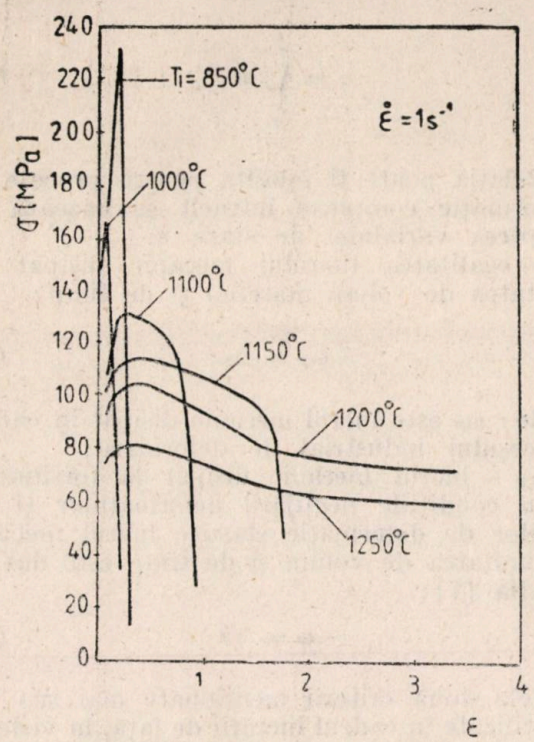


Fig. 2. Variația intensității tensiunii superficiale σ, în funcție de intensitatea deformației superficiale ε, la diferite temperaturi inițiale și pentru $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$

Fig. 2. Surface stress intensity σ variation depending on surface strain intensity ε at various initial temperatures and for $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$

În figura 3 a fost reprezentată variația lui σ_m, în funcție de temperatura inițială T_i, la două viteze de răsucire. Se constată că în intervalul 850 — 950°C, valorile lui σ_m nu depind de ˙, în timp ce, în intervalul 1000 — — 1250°C, creșterea de zece ori a vitezei de deformație de la $\dot{\varepsilon} = 0{,}1$ la $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$ duce la o creștere corespunzătoare a lui σ_m cu 30 — — 50 MPa.

Prelucrarea statistică a valorilor experimentale pentru σ_m și Z_s, pe baza unei relații de forma (10), a dus la obținerea unei corelări bune a datelor, valorile calculate pentru a_m, b_m, Q_m și r_m, precum și coeficientul de corelare a datelor fiind prezentate în tabelul 2. În același tabel sînt redate valorile constantelor de material, calculate pe baza încercării la torsiune a unor epruvete prelucrate din semifabricate în stare turnată, din aliaj de nichel (Ni80Cr20) [3].

Caracterul liniar al dependenței lui σ_m de ln Z_s se poate observa și din figura 4 unde sînt

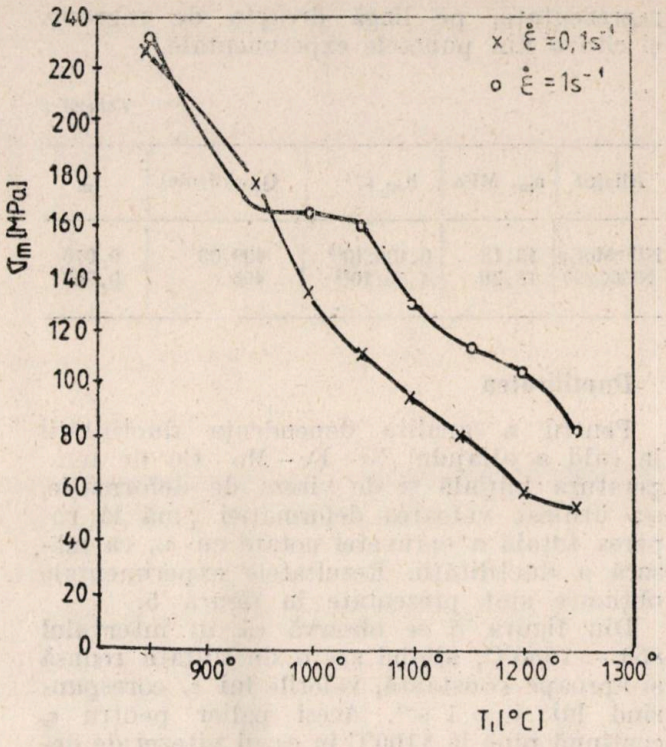


Fig. 3. Variația intensității tensiunii superficiale σ_m, corespunzătoare cuplului maxim de torsiune Γ_m, în funcție de temperatura inițială

Fig. 3. Surface strain intensity σ variation corresponding to the maximal torsion couple Γ_m, depending on initial temperature

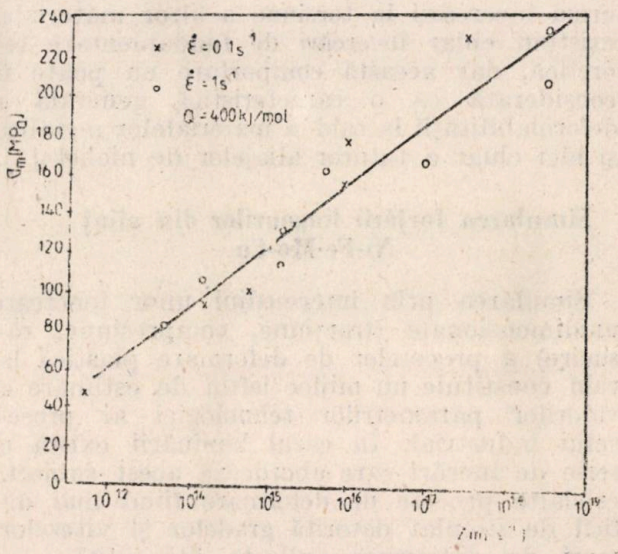


Fig. 4. Dependența dintre intensitatea tensiunii superficiale σ_m, corespunzătoare cuplului maxim de torsiune Γ_m, și valoarea inițială Z_s a parametrului Zener — Hollomon

Fig. 4. Surface stress intensity σ_m for the highest torsion couple Γ_m depending on the initial value, Z_s of the Zener-Hollomon parameter

reprezentate, pe lîngă dreapta de regresie, şi cîteva din punctele experimentale.

Tabelul 2

Aliajul	a_m, MPa	b_m, s^{-1}	Q_m, kJ/mol	r_m
NiFeMoCu	13,13	$0,106.10^{15}$	400,03	0,973
Ni80Cr20	18,26	$1,78.10^{32}$	495	0,989

Ductilitatea

Pentru a analiza dependenţa ductilităţii la cald a aliajului Ni—Fe—Mo—Cu de temperatura iniţială şi de viteza de deformaţie, s-a utilizat valoarea deformaţiei pînă la ruperea totală a epruvetei notate cu ε_r, ca măsură a ductilităţii. Rezultatele experimentale obţinute sînt prezentate în figura 5.

Din figura 5 se observă că, în intervalul 850 — 1050°C, aliajul are o ductilitate redusă şi aproape constantă, valorile lui ε_r corespunzînd lui $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$. Acest palier pentru ε_r continuă pînă la 1100°C în cazul vitezei de deformaţie mai mare ($\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$). La temperaturi mai mari de 1100°C, ductilitatea creşte o dată cu temperatura, avînd un maxim la 1200°C în cazul vitezei de deformaţie $\dot{\varepsilon} = 0,1\ s^{-1}$, pe cînd la viteză mai mare, creşterea este monotonă pînă la 1250°C, temperatură maximă de încercare. Această creştere a ductilităţii cu viteza de deformaţie a fost observată şi în urma încercării la torsiune a altor materiale, existînd chiar încercări de fundamentare teoretică, dar această comportare nu poate fi considerată ca o caracteristică generală a deformabilităţii la cald a materialelor metalice şi nici chiar a tuturor aliajelor de nichel [3].

Simularea forjării lingourilor din aliaj Ni-Fe-Mo-Cu

Simularea prin intermediul unor încercări unidimensionale (tracţiune, compresiune, răsucire) a proceselor de deformare plastică la cald constituie un mijloc ieftin de estimare a valorilor parametrilor tehnologici ai procesului industrial. În cazul laminării există o serie de lucrări care abordează acest subiect, celelalte procese de deformare fiind mai dificil de simulat datorită gradelor şi vitezelor mari de deformare aplicate [4] — [6].

Pentru simularea proceselor de deformare la cald prin încercări unidimensionale este necesară adoptarea unor criterii de echivalare a stărilor termomecanice şi, în primul rînd, a stărilor de tensiune şi deformaţie, scopul final fiind obţinerea unor ductilităţi comparabile şi a unor structuri asemănătoare.

Dintre criteriile de echivalare termomecanică a proceselor de prelucrare la cald cu încercarea de răsucire la cald se menţionează:

— egalitatea valorilor finale ε_f ale intensităţii deformaţiei ε, care se defineşte prin:

$$\varepsilon = \int_0^t \dot{\varepsilon} dt \qquad (11)$$

Relaţia poate fi folosită pentru procese de deformaţie complexe întrucît se bazează pe folosirea variabilei de stare $\dot{\varepsilon}$.

— egalitatea lucrului mecanic disipat pe unitatea de volum material şi de timp:

$$\omega_P = \omega_T \qquad (12)$$

unde: ω_P este lucrul mecanic disipat în cadrul procesului industrial de deformare;

ω_T — lucrul mecanic disipat la torsiune.

În condiţiile neglijării deformaţiilor şi vitezelor de deformaţie elastice lucrul mecanic pe unitatea de volum şi de timp este dat de relaţia [7]:

$$\omega = \sigma \dot{\varepsilon} \qquad (13)$$

Cele două criterii menţionate mai sus vor fi utilizate în cadrul lucrării de faţă, în vederea simulării procesului de forjare la ciocan a lingourilor din aliaj Ni—Fe—Mo—Cu.

Stabilirea valorilor preliminare ale parametrilor de forjare

Viteza de deformaţie

Viteza de cădere V_0 a ciocanului la contactul cu materialul este de 6 — 8 m/s. În timpul deformării, această viteză scade la zero, valoarea sa medie fiind $V_{med} \approx V_0/1,75$. Valoarea medie a intensităţii deformaţiei este:

$$\dot{\varepsilon}_{med} = \frac{V_{med}}{h_0} = \frac{V_0}{1,75\ h_0} \qquad (14)$$

unde h_0 este înălţimea iniţială a semifabricatului. Luînd $V_0 = 7$ m/s, relaţia (14) devine:

$$\dot{\varepsilon}_m\ [s^{-1}] = \frac{4}{h_0[m]} \qquad (15)$$

Alegerea coroiajului

Valoarea maximă a coroiajului parţial rezultă, pe de o parte, din condiţii de ductilitate, şi, pe de altă parte, din condiţia de evitare a

flambajului. Aceasta din urmă impune limitarea coroiajului parțial la valoarea 1,76, coroiajul recomandat fiind de 1,4 — 1,7.

Schema de deformare a lingourilor din aliajul Ni—Fe—Mo—Cu este următoarea:

Ø 80	Ø 70	Ø 60
$A_0 = 5024 mm^2$	$A_1 = 4900 mm^2$	$A_2 = 2826 mm^2$

Coroiajele aplicate conform schemei prezentate sînt:

$$C_1 = \frac{A_0}{A_1} = 1{,}02; \quad C_2 = \frac{A_1}{A_2} = 1{,}73 \qquad (16)$$

cărora le corespund următoarele valori ale intensității medii a deformației:

$$\varepsilon_1 = \ln C_1 = 0{,}0198; \quad \varepsilon_2 = \ln C_2 = 0{,}548 \qquad (17)$$

Avînd în vedere faptul că după forjarea lingoului Ø 80 mm la Ø 70 mm apar, pe colțurile pătratului, fisuri fine care, în cazul continuării forjării la Ø 60 mm, se extind, impunînd astfel aplicarea unei cojiri cu o adîncime de 2 mm/r, s-a propus un program de simulare cu două variante (tab. 3).

Tabelul 3

Nr. variantă	Prima trecere					A doua trecere				
	C_1	ε_1	r, mm	b=h, mm	A, mm^2	C_2	ε_2	r, mm	b=h, mm	A, mm^2
I	1,02	0,02	40 —	70	5024 4900					
II	1,02	0,02	←	70	4900	1,73	0,548	30	—	2826

Calculul numărului de lovituri

Se recomandă ca lungimea de prindere să fie 0,6 — 0,8 din latura secțiunii semifabricatului, astfel se va lua lungimea de prindere $l_0 = 50$ mm. Lungimea inițială a lingoului este $l = 800$ mm.

Pentru prima trecere se obține numărul de lovituri N_l:

$$N_l = \frac{2l}{l_0} = 32$$

Considerîndu-se că timpul unei treceri este în medie de 3 s, timpul de îndreptare al semifabricatului forjat este de cca 15 s, iar timpul de deplasare a cleștelui de 15 s, rezultă că timpul pentru efectuarea primei treceri este:

$$t_1 = 32 \cdot 3 + 15 + 15 = 126 \text{ s}$$

Calculul vitezelor medii de deformație pentru variantele analizate

Avînd în vedere relația (15) pentru calculul vitezelor medii de deformație, în cazul semifabricatelor cu secțiune pătrată, se consideră pentru secțiunea lingoului un pătrat echivalent cu latura de $h_0 = 71$ mm, iar pentru semifabricatul final, cu diametrul de 60 mm, un pătrat cu latura $h_2 = 53$ mm. În condițiile prezentate mai sus, viteza medie de deformare pentru prima trecere $\dot{\varepsilon}_1$ și a doua trecere $\dot{\varepsilon}_2$ are următoarele valori:

$$\dot{\varepsilon}_1 = 2\left(\frac{1}{0{,}071} + \frac{1}{0{,}070}\right) = 56 \text{ s}^{-1}$$

$$\dot{\varepsilon}_2 = 2\left(\frac{1}{0{,}070} + \frac{1}{0{,}053}\right) = 66 \text{ s}^{-1}$$

Calculul temperaturilor la care se efectuează simularea

Punînd condiția de egalitate a lucrului mecanic pe unitatea de volum la forjare și torsiune:

$$\varepsilon_f = \varepsilon_T, \int_0^{t_f} \sigma_f \, \dot{\varepsilon}_f = \int_0^{t_T} \sigma_T \, \dot{\varepsilon}_T \qquad (18)$$

și luînd pentru intensitatea tensiunii valoarea corespunzătoare maximului, iar pentru valoarea sa medie și pentru $\dot{\varepsilon}_T$ o valoare constantă cu care se efectuează simularea la torsiune, se obține:

$$\sigma_{mf} \, \varepsilon_f = \sigma_{mT} \varepsilon_f \qquad (19)$$

unde ε_f este intensitatea medie a deformației la forjare, impusă a fi egală cu cea de la torsiune.

În ipotezele menționate, relația (19) implică egalitatea valorilor maxime ale intensității tensiunii la forjare cu cea de la torsiune și se rescrie, ținînd seamă de (10), astfel:

$$a_m\left(\ln \dot{\varepsilon}_f + \frac{Q_m}{RT_f} - \ln b\right) = a_m\left(\ln \dot{\varepsilon}_T + \right.$$

$$\left. + \frac{Q_m}{RT_T} - \ln b\right) \qquad (20)$$

sau

$$\frac{1}{T_T} = \frac{1}{T_f} + \frac{R}{Q_m} \ln \frac{\dot{\varepsilon}_f}{\dot{\varepsilon}_T} \qquad (21)$$

În tabelul 4 sînt redate temperaturile de efectuare a simulării prin torsiune, corespunzătoare celor două viteze medii de deformați

și temperaturilor maxime, respectiv minime, din cadrul domeniului de forjare.

Tabelul 4

Temperatura de forjare, °C	$\dot{\varepsilon}$, s^{-1}	$\dot{\varepsilon}_T$, s^{-1}	Temperatura de simulare, °C
1230	56	1	1065
1150	56	1	998
1230	66	1	1059
1150	66	1	993

Rezultate experimentale

În tabelul 5 este prezentat programul încercărilor de simulare a forjării în următoarele condiții:

— viteza de deformare $\dot{\varepsilon}_T = 1\ s^{-1}$;

— timpul mașină calculat cu relația $t = \frac{\varepsilon_f}{\dot{\varepsilon}_T}$ este luat pentru prima trecere mai

Tabelul 5

Nr. programului	Temp. inițială, °C	t_1, s	t_pl, s	T_2, °C	t_2, s	Șlefuirea epruvetei	Temp. inițială, °C	t_3, s
1	1230	0,04	—		—	da	1230	0,55
2	1230	0,04	8	1150	0,55	—	—	—
3	1150	0,04	—		—	da	1150	0,55
4	1065	0,04	—		—	da	1065	0,55
5	1065	0,04	8	1000	0,55	—	—	—

mare decît cel dat de (17) din considerente de răspuns la comenzi ale mașinii de torsiune;

— ținîndu-se seamă de ductilitatea scăzută a epruvetelor încercate la deformarea continuă pînă la rupere, la temperaturi mai mici de 1100°C, simularea pe baza criteriului egalității lucrului mecanic s-a efectuat numai în cazul temperaturii de 1065°C;

— realizarea barelor Ø 60 mm a fost simulată în două variante, cu polizarea epruvetelor între cele două treceri și fără polizarea lor;

— timpul pauză dintre treceri a fost luat mai mic decît cel rezultat în urma calculului numărului de lovituri, proporțional cu raportul dintre secțiunea barei forjate și secțiunea epruvetei.

Conform programelor de simulare, realizate potrivit condițiilor din tabelul 5, indiferent de temperatura de încercare, nici o epruvetă nu s-a rupt după t_1, iar în timpul t_2 s-a rupt epruveta încercată conform programului 5, rezultate care se corelează cu cele obținute în cadrul încercărilor pentru determinarea ductilității acestui aliaj (fig. 5). Șlefuirea epruvetelor după t_1 a asigurat deformarea lor fără apariția ruperii la toate cele trei temperaturi de încercare (1230, 1150, 1165°C).

Microstructurile obținute, în funcție de ε și temperatura de deformare, sînt prezentate în figura 6, observîndu-se din această figură scăderea puternică a diametrului mediu al grăuntelui $\bar{D}$ o dată cu creșterea lui Z și a lui ε.

Prin prelucrarea statistică a datelor experimentale, dependența lui D de Z și ε rezultă sub forma următoare:

$$\bar{D} = 14{,}58\ \varepsilon^{-0{,}29}\ Z^{-0{,}29} \qquad (22)$$

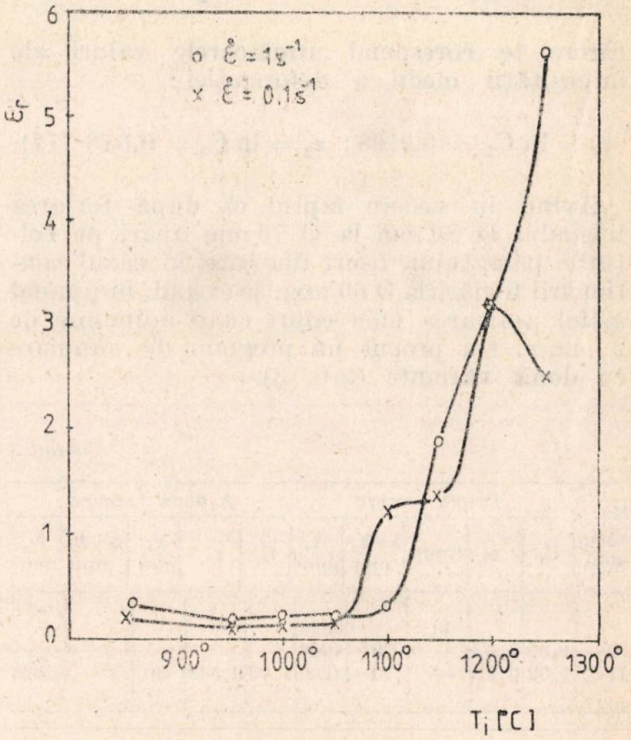


Fig. 5. Influența temperaturii inițiale de încercare la torsiune asupra valorilor intensității deformației la rupere ε_r pentru $\dot{\varepsilon} = 0{,}1\ s^{-1}$ și $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$

Fig. 5. The influence of the initial torsion test temperature on fracture strain intensita values ε_r for $\dot{\varepsilon} = 0.1\ s^{-1}$ and $\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$

Aplicarea relației (22), în cazul barei Ø 60 mm forjate în condiții industriale, duce la valoarea $\bar{D}_c = 72\ \mu m$, care este apropiată de cea determinată pe un șlif prelucrat din bara forjată și anume $\bar{D}_m = 60\ \mu m$.

Utilizarea criteriului al II-lea la simularea forjării duce la obținerea unor microstructuri asemănătoare celei obținute în condiții industriale de deformare, forjare executată la temperatură ridicată (1250—1150°C) dar cu viteză de deformare mai mare ($\dot{\varepsilon} = 56\ s^{-1}$) decît cea utilizată la laminare ($\dot{\varepsilon} = 1\ s^{-1}$).

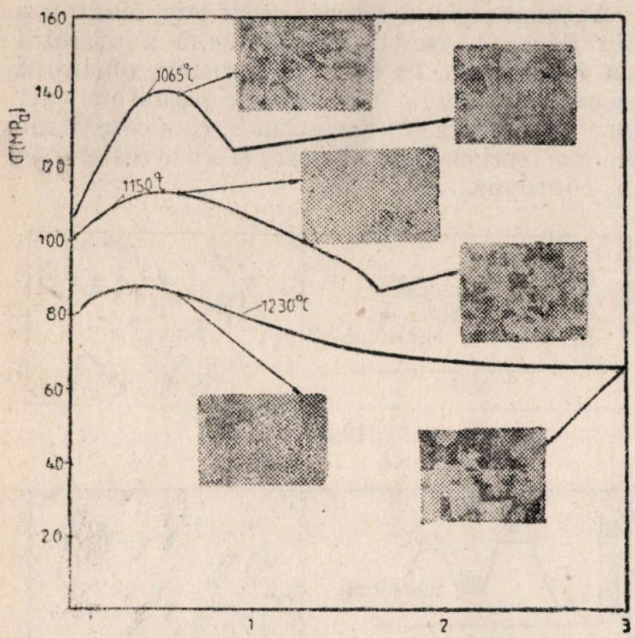


Fig. 6. Curbele de variaţia $\sigma - \varepsilon$ ale aliajului NiFeMoCu deformat la torsiune la temperaturile din tabelul 5 şi microstructurile obţinute în diferite condiţii de deformare

Fig. 6. $\sigma - \varepsilon$ diagram of NiFeMoCu torsion tested alloy for table 5 temperatures and the microstructure resulting in various plastic forming conditions

Aplicarea criteriului I de simulare, care corespunde programelor 1 — 3 (tab. 5), duce la obţinerea unor granulaţii mult mai mari decît cele obţinute în condiţii industriale. Astfel, diametrul mediu al grăuntelui $\bar{D}$ după programul I este $\bar{D}_I = 310$ μm, după programul II, $\bar{D}_{II} = 340$ μm, iar după programul III, $\bar{D}_{III} = 210$ μm, în comparaţie cu granulaţia barei forjate, la aceleaşi temperaturi, $\bar{D} = 60$ μm.

Concluzii

Rezistenţa la deformare a aliajului Ni—Fe—Mo—Cu este similară, în intervalul de temperaturi studiat, cu cea a unui oţel inoxidabil AISI 420 sau AISI 304 L.

Ductilitatea aliajului Ni — Fe — Mo — Cu, în stare turnată, creşte puternic o dată cu temperatura, ceea ce impune deformarea lui la temperaturi ridicate: 1250 — 1150°C.

Observaţia a fost confirmată şi în cazul forjării, în condiţii industriale, a acestui aliaj.

La forjarea în condiţii industriale trebuie evitate gradele mari de reducere pe trecere şi eliminate fisurile produse în diferite etape ale procesului de forjare (de exemplu, în cazul fluxului tehnologic considerat în lucrare, cele care apar pe colţurile semifabricatului ◫ 70 mm).

Corelaţia datelor experimentale pentru $\sigma_m = f(Z)$ sub forma $\sigma_m = a_m \ln (Z_s/b_m)$ asigură un coeficient de corelaţie relativ mare, $r_m = 0{,}97$.

Aplicarea criteriului egalităţii lucrului mecanic pe unitatea de volum în cele două procese de deformare, forjare şi torsiune, asigură simularea relativ corectă a procesului de forjare, obţinîndu-se microstructuri similare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Sellars, C. M., Tegart, W. J. *Hot Workability*, Int. Met. Rev. 17 (1972) p. 1—24.

[2] Roberts, W. *Dynamic Changes That Occur During Hot Working and Their Significance Regarding Microstructural Development and Hot Workability. Deformation Processing and Structure*. Ed. G. Krauss, Metals Park, Ohio, Am. Soc. for Metals, (1984) p. 118—120.

[3] Dumitrescu, A. T., Chelu, Gh. *Deformabilitatea la cald a aliajului Ni80Cr20*. În: Metalurgia, România, nr. 9 — 12, (1990).

[4] Radu, C. G., Teodosiu, C., Soós, E., Dumitrescu A. T. *Simulation of New Forming Technologies by Hot Torsion Test*. În: Kovove Materialy, Cehoslovacia 6, 19, (1981) p. 698—706.

[5] Chelu, Gh., Dumitrescu, A. T. *Simularea extrudării la cald a oţelurilor inoxidabile feritice prin metoda torsiunii*. In; Metalurgia, România (1990), nr. 3, p. 72.

[6] Farag, M. M., Sellars, C. M., Tegart, W. J. *Simulation of Hot Working in Al*. In: Deformation Under Hot Forming Condition, Anglia, Iron and Steel Inst., (1968) p. 60—67.

[7] Teodosiu, C., Dumitrescu, A.T., Roşu, I. *Modelarea procesului de extrudare la cald a oţelurilor inoxidabile*. In: St. Cerc. Mec. Apl. TOM 40, 6 (1981) p. 869—884.

ÎMBUNĂTĂȚIREA PLASTICITĂȚII OȚELURILOR INOXIDABILE AUSTENITICE DE TIP Cr-Ni-Mo

Prof. dr. ing. I. ILCA
Facultatea de inginerie Hunedoara

Ing. N. PĂCURARU
Director Tehnic la Societatea Comercială SIDERURGICA S.A. Hunedoara

CZ: 669.14. 018.8

Dezvoltarea unor domenii prioritare ale economiei necesită utilizarea, în proporție mărită, a oțelurilor inoxidabile austenitice de tipul Cr—Ni—Mo.

Prezența în compoziția acestora, îndeosebi a cromului și molibdenului (uneori și a titanului), duce la formarea unei structuri bifazice, cauzată de ferita care micșorează plasticitatea. Astfel, la laminarea lingourilor, rezultă deseori semifabricate cu fisuri și crăpături care înrăutățesc scoaterea și nivelul calitativ. Dacă laminarea nu se întrerupe din timp, defectele se măresc continuu, ducînd la rebutarea semifabricatelor.

Cercetările efectuate au urmărit găsirea unor soluții de dizolvare a feritei în masa de bază a structurii oțelului, reducerea duratei de încălzire comparativ cu tehnologia actuală și trecerea la laminarea dintr-o singură încălzire a șarjelor cu deformabilitate scăzută. De aceea, s-au luat în studiu lingouri industriale cu conținut mai ridicat de ferită (10 — 12%), debitate sub formă de plăci, cu scopul de a clarifica modul de producere a transformărilor structurale, în funcție de factorii tehnologici ai procesului de încălzire și prelucrare, în vederea evitării trecerii prin faza de preîncălzire.

Determinînd, pentru început, analitic, timpii de încălzire necesari, s-au experimentat diferite variante de încălzire, rezultînd și transformările structurale corespunzătoare.

Aplicînd regimul termic redat prin diagrama din figura 1, conținutul de ferită a oțelului s-a redus de la 12 la 8%. Structura obținută scoate în evidență tendința de separare a carburilor la limita dintre grăunți, care constituie amorse tensionale de fisurare și scade rezistența la coroziune.

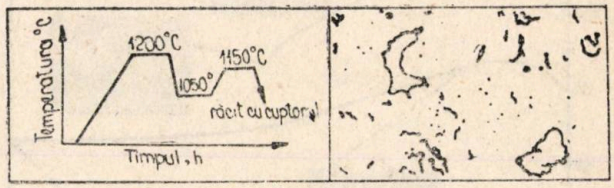


Fig. 1

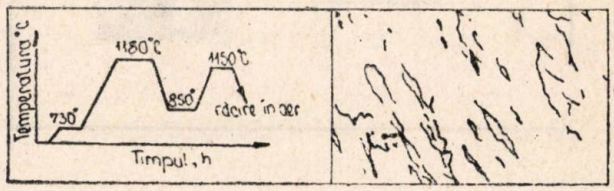


Fig. 2

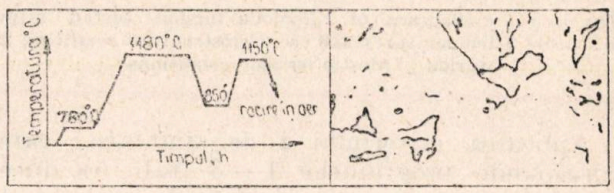


Fig. 3

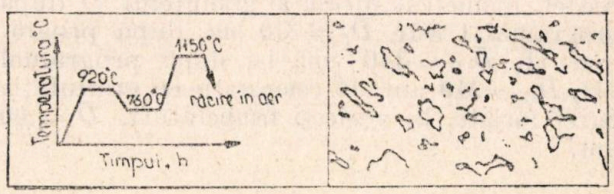


Fig. 4

Apariția acestui fenomen este determinată de viteza insuficientă de răcire.

Pentru a se evita tendința de separare a carburilor s-au experimentat variante de încălzire cu aplicarea unor viteze mari de răcire.

Astfel, efectuînd încălzirea după diagrama din figura 2, se observă în structură o ușoară tendință de globulizare și fărîmițare a feritei, precum și o diminuare a acestei faze de la 12 la 8%.

Alte variante de încălzire experimentale (fig. 3 și 4) diferă de primele prin complexitatea lor și durata de menținere la diferite temperaturi. Rezultatele obținute după încălzirea pendulară aplicată arată o reducere satisfăcătoare a feritei, dar, în ambele cazuri, forma sub care se prezintă acest constituent în struc-

tură este de nedorit, întrucît favorizează fisurarea oțelului la prelucrare. Încălzirea după un regim asemănător s-a dovedit și economic nerentabilă, avînd în vedere consumul ridicat de combustibil.

Aceste considerente au determinat cercetarea unor soluții mai simple, ușor de reprodus în condiții industriale, și cu efect sporit în privința dizolvării sau globulizării feritei (fig. 5).

Analizînd structura obținută după încălzirea în acest regim se constată rezultate favorabile în privința dizolvării feritei (de la 12 la 5%), precum și o tendință mai mare de globulizare a fazei remanente.

Definirea domeniului maxim al temperaturii de prelucrare necesită cercetarea fenomenelor care se produc în structura oțelului la temperaturi mai ridicate. Pentru aceasta s-a experimentat încălzirea după diagramele din figurile 6 și 7, utilizînd probe cu conținut inițial de ferită 10%.

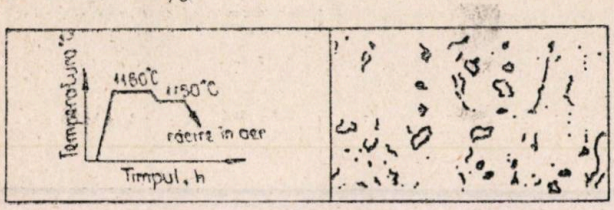


Fig. 5

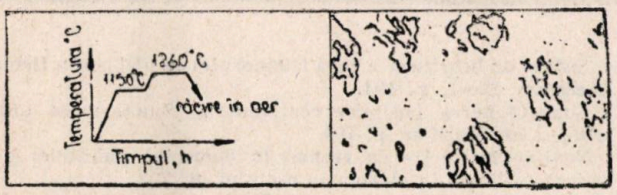


Fig. 6

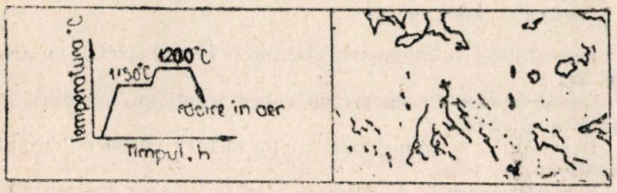


Fig. 7

În cazul încălzirii după diagrama din figura 6, ferita a crescut la 16%, observîndu-se în structură precipitarea ei sub forma unor cuiburi, care de fapt este ferita δ, constituent care înrăutățește plasticitatea.

Începutul domeniului de apariție a feritei δ este legat de diagrama din figura 7 și de structura aferentă, din care se constată parțial o globulizare a feritei, dar în același timp și o tendință de precipitare.

Pentru a defini mai corect regimul optim de încălzire, s-au efectuat încercări de deformabilitate prin metoda torsionării la cald în intervalul 1000 — 1250°C.

Caracteristicile tehnologice obținute, respectiv plasticitatea, exprimată prin numărul de răsuciri pînă la rupere N, și rezistența la de-

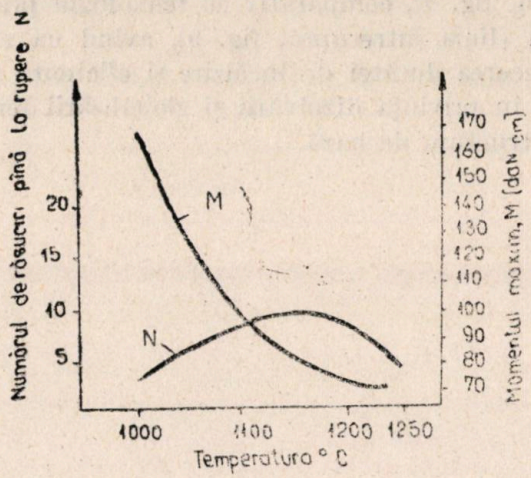


Fig. 8

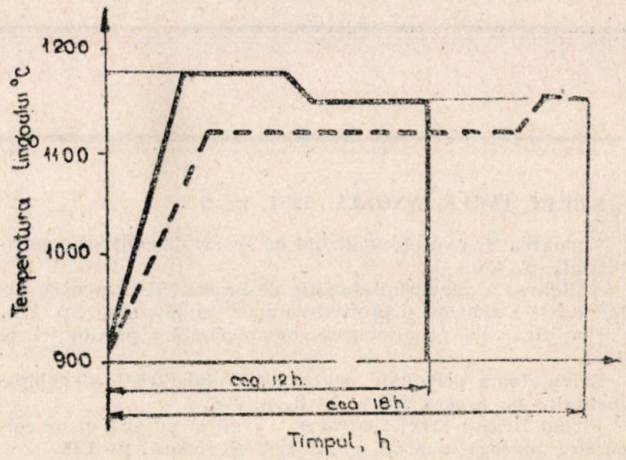


Fig. 9

formare, exprimată prin valoarea momentului corespunzător ruperii M, sînt redate în figura 8, din care se observă că plasticitatea nu înregistrează o valoare ridicată (totuși nivelul maxim se situează în jurul temperaturii 1150 — 1200°C). Dar, în structura probelor răsucite la 1200°C, s-a observat tendința de apariție a feritei δ.

Corelînd rezultatele de deformabilitate cu efectele structurale, obținute din încercările de încălzire pendulară, se observă că temperatura optimă de încălzire, în vederea începerii prelucrării (nivelul maxim), este de 1180°C, iar temperatura de sfîrșit a prelucrării este de 1000°C. Această afirmație se bazează pe

valorile ridicate ale rezistenţei la deformare a oţelului datorită gradului mai mare de aliere, care are ca efect micşorarea vitezei de recristalizare în procesul de prelucrare la cald.

Rezultatele cercetării permit îmbunătăţirea plasticităţii prin optimizrea tehnologiei de încălzire a lingourilor din această calitate (linia plină, fig. 9), comparativ cu tehnologia practicată (linia întreruptă, fig. 9), avînd ca efect reducerea duratei de încălzire şi eficienţă mărită în privinţa dizolvării şi globulizării feritei în structura de bază.

BIBLIOGRAFIE

[1] COLOMBIER, L. *Aciers inoxidables, aciers refractaires.* Paris, Dunod, 1965.

[2] ILCA, I. *Determinarea gradientului şi a tensiunilor termice în perioada de preîncălzire la oţelurile aliate.* În: Metalurgia, România, nr. 4., 1974.

[3] ILCA, I. *Calculul tensiunilor termice la încălzirea lingourilor din oţel V4A extra.* In: Metalurgia, România, nr. 8. 1978.

[4] ILCA, I. *Contribuţii la studiul încălzirii lingourilor în cuptoare industriale.* In: Metalurgia, România, nr. 10., 1982.

Revista revistelor

STEEL TIMES, ANGLIA, 1991, nr. 3

Turnarea de calitate utilizînd un sistem de control computerizat, p. 120.

Aplicarea controlului statistic de proces (SPC) pentru îmbunătăţirea calităţii şi prevenirea apariţiei deşeurilor, p. 122.

Planificarea şi programarea computerizată a producţiei, p. 125.

Calculatoare personale pentru controlul direct al echipamentelor de proces din oţelării, p. 126.

Firma British Steel Llanwern a realizat un sistem de calculator personal pentru metalurgia secundară, p. 128.

Perfecţionarea elaborării oţelului impune strategii noi de manipulare, p. 134.

Eficienţa vagonetelor de transfer din oţelării, p. 138.

Controlul automat al suprafeţei rulourilor la firma British Steel Llanwern, p. 148.

STEEL TIMES, ANGLIA, 1991, nr. 4

Echipamente speciale pentru metalurgia secundară, p. 179.

Echipamente de control în industria metalurgică a ţărilor scandinave, p. 184.

Tehnici de control utilizate la elaborarea oţelului la oţelăria Oxelösund, Swedish Steel, p. 188.

Fiabilitatea, mentenabilitatea şi disponibilitatea implementării unui nou proiect, p. 193.

Sistem de lubrifiere a cajei laminorului cu ulei-aer la firma Sheerness Steel, p. 194.

Supravegherea lagărelor contribuie la funcţionarea uniformă a instalaţiilor, p. 196.

Noul se întîlneşte cu vechiul în domeniul aparatelor de măsură utilizate la elaborarea oţelului, p. 202.

Degazarea în vid a oţelului lichid la uzinele Llanwern ale firmei British Steel, p. 206.

STEEL TIMES (INCORPORATING IRON AND STEEL), ANGLIA, 1991, nr. 5

Raport IISI — Elaborarea oţelului în cuptor electric cu arc, p. 242.

Cuptorul electric cu arc cu curent continuu, o trecere în revistă, p. 245.

Dezvoltarea celui mai mare cuptor electric cu arc cu curent continuu, p. 246.

O nouă generaţie de cuptoare electrice cu arc mai curate, p. 250.

Concepţia transformatoarelor pentru cuptoarele electrice cu arc cu curent continuu, p . 253.

Preţul puterii, p. 256.

Experienţa firmei Sheerness Steel în domeniul calificării personalului este recunoscută pe plan mondial, p. 260.

Curba costurilor mondiale — o fişă probabilă a costurilor de producţie p. 262.

TABLE ŞI BENZI PLACATE. REALIZĂRI ŞI PERSPECTIVE

Ing. I. IVAN, ing. G. MÂRZAC şi ing. M. ŞANDRU
ICPPAM S.A. Galaţi

CZ : 669—41 : 669.14.418

Placarea, în domeniul metalurgiei, presupune îmbinarea a două sau mai multe materiale metalice în straturi de o anumită grosime, sub forma unor produse care se supun ulterior prelucrărilor în stare rece sau caldă.

Interesul tot mai mare al constructorilor pentru materialele metalice placate se bazează pe avantajele tehnico-economice ale acestora.

În industria alimentară, petrochimică, energetică şi nucleară, parametrii de exploatare (presiune, temperatură) sînt într-o continuă creştere, atîngind valori greu de prevăzut cu cîţiva ani în urmă.

În multe cazuri, parametrii de lucru în procesele de distilare şi reacţii chimice cu randamente ridicate au crescut considerabil. Toate acestea au dus la creşterea grosimii pereţilor instalaţiilor, la mărirea consumului de oţeluri şi aliaje înalt aliate cu nichel, crom, molibden, niobiu, vanadiu, elemente scumpe şi deficitare. Dar principalele preocupări ale producătorilor de utilaje rămîn economia de materiale şi asigurarea unei fiabilităţi deosebit de înalte. Toate aceste cerinţe pot fi satisfăcute mai uşor şi mai economic prin utilizarea materialelor metalice placate.

Preocupări privind realizarea produselor metalurgice din mai multe straturi, care să realizeze un ansamblu de proprietăţi dorite, au început cu peste 40 de ani în urmă, o dată cu dezvoltarea unor tehnici speciale, neconvenţionale pentru industria metalurgică.

În prezent bimetalele prezintă soluţia tehnică şi economică cea mai convenabilă pentru rezolvarea problemelor legate de coroziune, rezistenţă, conductivitate electrică şi termică şi alte combinaţii de proprietăţi şi caracteristici.

După calitatea şi utilizarea lor, materialele placate se pot împărţi, în linii mari, în : anticorosive, de antifricţiune, rezistente la uzură, termobimetalice etc. Cele mai utilizate bimetale sînt oţelurile placate cu metale şi aliaje anticorosive, inoxidabile şi refractare, fabricate sub formă de table şi mai puţin sub formă de benzi, ţevi şi sîrmă.

În ţările puternic industrializate se produce o gamă largă de produse bimetalice, cu utilizări în cele mai diverse domenii.

Astfel, în S.U.A., tablele placate cu oţel inoxidabil se utilizează cu succes la construcţia buncărelor, benelor sau chiblelor pentru cărbuni.

În GERMANIA se produc table din oţel pentru cazane, placate cu oţel inoxidabil austenitic, cu utilizări în domeniul de temperatură 400 — 1000°C.

Firma Klöckner Stahl Gmbh produce bandă laminată la rece (PLATINOX) cu grosime de 1 mm, placată pe ambele feţe, grosimea totală a stratului placat obţinut fiind de aproximativ 0,6 mm.

În FRANŢA, principalul producător de table placate este firma Creusot-Loire Industrie, unde produsele obţinute prin placare reprezintă cca 90% din producţia de tablă.

În figura 1 este prezentată variaţia raportului dintre costul tablei din oţel masiv şi costul tablei placate, pe baza rezultatelor obţinute în Franţa.

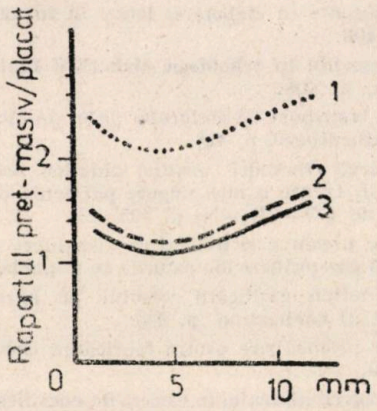


Fig. 1. Variaţia raportului dintre costul tablelor din materiale metalice masive şi costul tablelor din oţel placate cu aceste materiale metalice : *1* — oţel placat cu Ni ; *2* — oţel placat cu oţel inoxidabil Cr — Ni ; *3* — oţel placat cu oţel inoxidabil Cr — Ni — Mo

Fig. 1. Massive material plate cost/steel plate cost ratio variation for steel plate coated with these materials; *1*—Ni plated steel ; *2*—CrNi stainless steel plated steel ; *3*—CrNiMo stainless steel plated steel

Tablele placate se utilizează în aproape toate domeniile industriale. În industria nucleară se folosesc la construcţia rezervoarelor de injectare a borului, a plăcilor tubulare pentru condensori etc.

În industria petrochimică se folosesc la construcţia unor părţi componente ale instalaţiilor de hidrocracare, hidrosulfurare, rafinare schimbătoare de căldură. Printre alte utilizări ale acestor produse se mai pot enumera utilajele şi instalaţiile pentru industria chimică, alimentară, celuloză şi hîrtie etc.

Pe plan intern, producţia de tablă placată a cunoscut o dezvoltare redusă, principala cauză constituind-o faptul că fabricaţia actuală se desfăşoară mai mult în condiţii de provizorat, în secţii cu profil variat, care împiedică extinderea şi realizarea unui flux raţional de fabricaţie.

O altă cauză o constituie atît insuficienta cunoaştere a avantajelor tehnico-economice ale acestor produse, cît şi cea a posibilităţilor de fabricaţie în ţară, bazate uneori pe neîncrederea în calitatea produselor care se pot realiza în industria metalurgică românească.

În cadrul C. S. SIDEX S. A. Galaţi, s-au efectuat experimentări privind laminarea în tablă groasă şi bandă la cald a semifabricatelor placate la NITRAMONIA Făgăraş.

Rezultatele obţinute au confirmat posibilităţile de fabricaţie a acestor produse pe dotările existente, fapt care face ca C. S. SIDEX S. A. să se înscrie în rîndul marilor producători cu tradiţie în realizarea produselor plate.

Revista revistelor

ISIJ INTERNATIONAL, JAPONIA, 1991, 5

Progrese recente în cercetarea fundamentală şi aplicată în domeniul elaborării fontei în furnal în Japonia, p. 387.

Progrese recente în elaborarea fontei în furnal în America de Nord, p. 395.

Progrese recente în elaborarea fontei în furnal în Europa de Vest, p. 403.

Progrese recente în tehnologia elaborării fontei în furnal în Australia, p. 408.

Viteza de transport al fosforului gazos în fierul solid în atmosferă reducătoare, p. 418.

Reexaminarea metodei analizei cinetice asupra vitezei de reducere în trepte a unei singure particule de aglomerat cu amestec de $CO-CO_2-N_2$, p. 425.

Pierderi de presiune şi pulberi de menţinere pentru jetul cu fază dublă gaz-pulbere din paturile de împachetare, p. 435.

Analiza cineticii gazificării cocsului pe baza raportului amorf/cristal al carbonului, p. 440.

Tehnici de preîncălzire pentru fabricarea cocsului metalurgic, p. 449.

Analiza curgerii aburului în camera de cocsificare cu ajutorul cuptoarelor de cocsificare pentru testare şi al unui model matematic bidimensional, p. 458.

Mecanismul fundamental al formării porilor în aglomeratul şi peletele de minereu de fier, p. 468.

Funcţionarea cu productivitate mare a instalaţiei de aglomerare nr. 4 a uzinelor Chiba, p. 478.

Funcţionarea furnalului pentru un conţinut scăzut de siliciu la furnalul nr. 5, Fukuyama, p. 487.

Analiza comportării cărbunelui pulverizat nears în furnal, p. 494.

Analiza vitezei de gazificare a cărbunelui pulverizat nears în furnal, p. 500.

Influenţa distribuţiei minereu/cocs asupra comportării la coborîrea şi topirea încărcăturii în furnal, p. 505.

Influenţa profilului peretelui interior asupra comportării la coborîrea şi topirea încărcării în furnal, p. 515.

ISIJ INTERNATIONAL, JAPONIA, 1991, nu. 6

O trecere în revistă a analizelor teoretice privind laminarea în Europa, p. 525.

Progrese recente în domeniul tehnologiilor de laminare din Japonia p. 539.

Aplicarea metodei elementelor limită la tehnologia de laminare, cu referinţe speciale la planitatea şi convexitatea tablei groase şi a tablei subţiri p. 543.

Modelul bidimensional al curgerii laterale a materialului, dedus din teoria tridimensională a laminării plane, p. 550.

Analiza tridimensională a laminării plane prin metoda fracţională aderenţă-alunecare, p. 559.

Analiza termomecanică bidimensională a laminării plane folosind metoda elementelor finite rigid-plastice, p. 566.

Simularea integrată matematică a temperaturilor, sarcinilor de laminare şi proprităţilor metalurgice în laminoarele de benzi la cald, p. 571.

Simularea numerică a proceselor de deformare a materialelor semisolide, p. 577.

Relaţia dintre convexitate şi conicitate în cazul laminării plane în condiţii de restricţii ale mişcării laterale, p. 583.

Realizarea unui sistem de rectificare on-line a cilindrilor de la laminorul de benzi la cald, p. 588.

Controlabilitatea formei în noul laminor cu 6 caje (laminor UC-4) cu cilindri de lucru cu diametru mic, p. 594.

Predicţia planităţii benzilor subţiri laminate la un laminor cu cilindri multipli cu 12 caje, p. 599.

Caracteristicile laminării pe un laminor continuu de tagle cu cilindri verticali liberi, p. 614.

Caracteristicile laminorului de reducere rotativ, p. 620.

Perfecţionarea tehnologiei de fabricaţie a ţevilor din oţel sudate cu rezistenţă electrică cu pereţii foarte groşi, p. 628.

Realizarea unui nou proces de fabricare a ţevilor din oţel sudate la cald, p. 635.

Realizarea unei metode de fabricare a tablelor cu nervuri, p. 640.

Fabricarea de tablă groasă şi tablă subţire acoperită cu metale neferoase prin laminarea la cald la temperaturi diferite a materialelor, p. 647.

Proprietăţile mecanice ale foliilor din polimeri laminate uniaxial şi biaxial, p. 655.

UNELE CONSIDERAȚII REFERITOARE LA SOLICITAREA ȘI EXECUȚIA ROȚII FLEXIBILE DE LA REDUCTOARELE ARMONICE

Ing. FLORINA DRĂGAN CRĂCIUN
Institutul Politehnic Cluj-Napoca

CZ : 539.371

Din cauza deformațiilor elastice care se produc în timpul funcționării, roata flexibilă este solicitată la încovoiere alternativă. Mărimea tensiunii care apare în roata flexibilă, datorită deformațiilor elastice, se poate calcula, folosindu-se relația dintre tensiuni și deformații de forma :

$$\sigma = E\varepsilon \qquad (1)$$

unde : σ este mărimea tensiunii ; E — modulul de elasticitate a materialului ; ε — gradul de deformare elastică.

Considerînd roata flexibilă ca o grindă de grosime g, care se îndoaie cu o rază R (fig. 1), gradul de deformare ε se stabilește cu relația (1) :

$$\varepsilon = \frac{\Delta 1}{l_0} = \frac{l_0 + 1 - l_0}{l_0} = \frac{\left(R_n + \frac{g}{2}\right)\alpha - R_n\,\alpha}{R_n\,\alpha} = \frac{g}{2\,R_n} \qquad (2)$$

în care : l_0 este lungimea considerată pe cercul neutru ; R_n — raza cercului neutru ; α — unghiul luat în considerare.

Dacă se ia raza neutră R_n ca referință, deci raza cercului neutru al roții flexibile, atunci gradul de deformare ε se poate calcula, pentru cele două raze de curbură din dreptul axei mici și a axei mari a elipsei de deformație (fig. 2), folosindu-se relația (2), scrisă astfel :

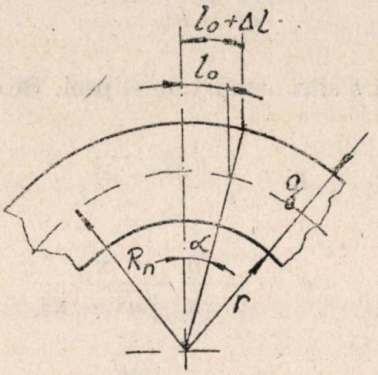


Fig. 1. Reprezentarea schematică a roții flexibile
Fig. 1. Schematic diagram of the flexible wheel

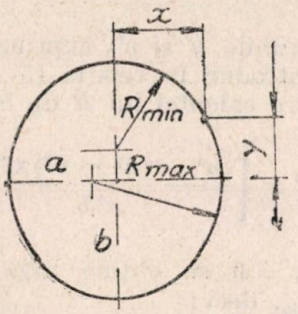


Fig. 2. Elipsa de deformație pentru roata flexibilă
Fig. 2. Deformation ellipse for flexible wheel

$$\varepsilon_1 = \frac{g}{2}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_n}\right) \qquad (3,\ a)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{g}{2}\left(\frac{1}{R_n} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (3,\ b)$$

unde : ε_1 este gradul de deformare corespunzător razei de curbură R_1 în direcția axei mari a elipsei ; ε_2 — gradul de deformare corespunzător razei de curbură R_2 în direcția axei mici a elipsei.

Gradul de deformare maxim de tracțiune și de compresiune pe aceeași parte a roții flexibile va fi dat de relația :

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \frac{g}{2}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (4)$$

Pentru a stabili mărimea razei de curbură în cele două condiții extreme de deformație a roții flexibile se folosește relația (2) :

$$R = \frac{(1 + y')^{3/2}}{y''} \qquad (5)$$

în care: y' este derivata întîi a curbei eliptice; y'' este derivata a doua a curbei eliptice.

Dacă se pornește de la ecuația elipsei de forma (2):

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \qquad (6)$$

unde a și b sînt semiaxele elipsei. Se deduce că:

$$y = \frac{b}{a}\sqrt{a^2 - x^2} \qquad (7, a)$$

$$y' = -\frac{b}{a}\frac{x}{\sqrt{a^2 - x^2}} \qquad (7, b)$$

$$y'' = -\frac{ab}{(a^2 - x^2)^{3/2}} \qquad (7, c)$$

Dacă mărimile y' și y'', exprimate în relațiile (7), se introduc în relația (5), se obține o relație pentru calculul lui R de forma:

$$R = \left[\frac{[a^4 - (a^2 - b^2)x^2]^{3/2}}{a^4 b}\right] \qquad (8)$$

Pentru $x = 0$ se obține raza de curbură minimă R_{min}, deci:

$$R_{min} = \frac{a^2}{b} \qquad (9, a)$$

iar pentru $x = a$, se obține raza de curbură maximă R_{max}, deci:

$$R_{max} = \frac{b^2}{a} \qquad (9, b)$$

Mărimile a și b se stabilesc în funcție de modulul m și de numărul de dinți ai roții flexibile z_2, respectiv de diametrul de rulare $Dr2$, de înălțimea piciorului dintelui hp și de grosimea peretelui roții g_2.

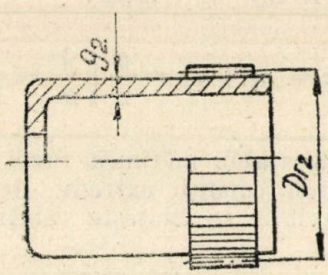


Fig. 3. Schița constructivă a roții flexibile
Fig. 3. The components of the flexible wheel

Diametrul de rulare a roții flexibile va fi:

$$Dr_2 = mz_2 \qquad (10)$$

Pentru a se produce angrenarea cu roata fixă este necesar un joc elastic pe cele două axe ale roții flexibile Δr_e care se ia de regulă (3):

$$\Delta r_e \geq 1{,}1 \text{ m} \qquad (11)$$

Dacă se consideră înălțimea piciorului dintelui $hp = 1{,}2$ m (12) și grosimea peretelui roții flexibile g_2, atunci diametrul neutru al peretelui roții flexibile va fi (fig. 3):

$$Dn_2 = Dr_2 - 2{,}4 \text{ m} - g_2 \qquad (13)$$

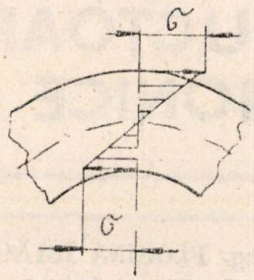


Fig. 4. Reprezentarea solicitărilor în roata elastică
Fig. 4. Stress diagram in lastic wheel

Cu valorile de mai sus se pot calcula semiaxele elipsei care se formează, în timpul funcționării roții flexibile, astfel:

$$a = \frac{Dn}{2} - \Delta r_e \qquad (14, a)$$

$$b = \frac{Dn_2}{2} + \Delta r_e \qquad (14, b)$$

Pentru un caz concret, la care $z_2 = 400$ dinți, $m = 0{,}3$ mm, $g_2 = 2{,}3$ mm rezultă: $Dr_2 = 120$ mm; $\Delta r_e = 0{,}33$ mm; $Dn_2 = 117$ mm; $a = 58{,}17$ mm; $R_{min} = 57{,}52$ mm; $R_{max} = 59{,}49$ mm; $\varepsilon = 0{,}00069$; $E = 2{,}1 \cdot 10^4$ daN/mm².

Rezultă:

$$\sigma = 6{,}9 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}1 \cdot 10^4 = 14{,}43 \text{ daN/mm}^2$$

Dacă se ține seamă de faptul că solicitarea este aproximativ simetrică, iar tracțiunea și compresiunea interschimbabile (fig. 4), de concentratorii de tensiuni la coroana roții flexibile (datorită danturii) și, de asemenea, de celelalte solicitări ale danturii și coroanei (care sînt însă mult mai mici), reiese faptul că solicitarea acesteia este foarte mare (atît

dimensiunile geometrice, cît şi materialul şi tehnologia de fabricaţie trebuie alese cu mare grijă).

Scoaterea din funcţiune a roţii flexibile se datorează apariţiei fisurilor de-a lungul generatoarei (dinţilor). Dacă roata flexibilă este confecţionată din bară laminată, atunci direcţia dinţilor coincide cu cea a fibrelor

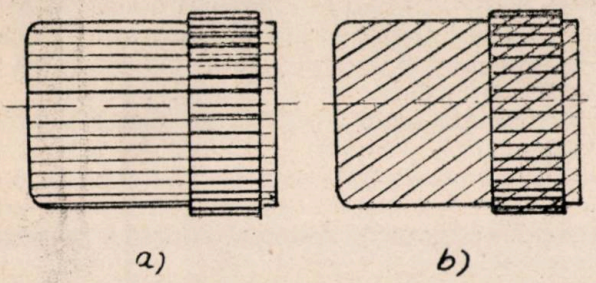


Fig. 5. Reprezentarea direcţiei fibrelor de deformare şi direcţiei dinţilor la roata flexibilă

Fig. 5. Deformation fibre direction and teeth direction diagrams for flexible wheel

(fig. 5, *a*). Se poate prevedea că, în aceste condiţii, fisurile vor apărea repede. Indicat ar fi ca direcţia fibrelor să intersecteze direcţia dinţilor (fig. 5, *b*). Această situaţie ar impune ca semifabricatul laminat folosit, pentru confecţionarea roţii flexibile, să fie iniţial supus la o operaţie de răsucire.

Confecţionînd un număr de inele, din bară laminată nerăsucită şi din aceeaşi bară răsucită, şi supunîndu-le la solicitări de turtire, a rezultat că fisurarea inelelor confecţionate din bară răsucită s-a produs la un număr mai mare de turtiri decît la inelele confecţionate din bară nerăsucită (fig. 6).

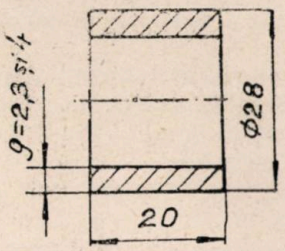


Fig. 6. Influenţa fibrajului de deformare asupra numărului de îndoiri pînă la apariţia fisurilor în roata elastică

Fig. 6. The influence of deformation fibres on the number of bending cycles until cracks occur in the elastic wheel

Deci, confecţionarea roţilor flexibile de la reductoarele armonice ar trebui să se facă astfel încît direcţia fibrelor să nu coincidă cu cea a dinţilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Drăgan, I. *Tehnologia deformărilor plastice*. Bucureşti, Ed. Didactică şi Pedagogică, 1976.

[2] Ghircoiaşiu, N. *Matematici speciale*. vol. I, I. P. Cluj, 1976.

[3] Szekely, I. *Mecanisme şi organe de maşini*, I. P. Cluj, 1966.

Revista revistelor

NKK TECHNICAL REVIEW, JAPONIA, 1981, nr. 61

Sistem expert la depozitul de materii prime al uzinelor Fukuyama, p. 1.

Perfecţionarea sistemului de control de mare precizie pentru laminorul de benzi la cald, p. 10.

Construirea unui laminor reversibil la rece pentru oţeluri speciale (SCRM) la uzinele Keihin, p. 18.

NKK a terminat construcţia noii linii de finisare a ţevilor fără sudură de dimensiune mică, p. 22.

Tehnologia de sudare a ţevilor sudate electric prin rezistenţă (ERW) în atmosferă dezoxidantă, p. 29.

Fabricarea ţevilor din oţel inoxidabil 13% Cr prin procedeul UOE, p. 37.

Lingouri pntru încerearea la coroziune a conductelor de gaz, p. 45.

Punerea la punct a unui sistem inteligent pentru construcţia automată a segmenţilor de tunel (SABIS), p. 52.

Prealiaj de titan de calitate superioară NKK, p. 66.

Beton pentru utilizare submarină format din zgură de finete foarte mare, p. 75.

Sistem on-line pentru laminorul finisor de la uzinele Fukuyama, p. 96.

Oţel inoxidabil rezistent la coroziune şi tablă placată pentru aplicaţii în medii marine, p. 99.

Ţevi din Tempalloy A_3 cu rezistenţă ridicată la coroziune pentru utilizări la temperatură înaltă, p. 103.

Ţevi UOE placate cu aliaj 625, p. 106.

Ţevi placate cu aliaj Cu—Ni produse prin procedeul UOE, p. 108.

Premierea unor lucrări asupra fontei brute în anul 1991

Fonta brută a fost întotdeauna cel mai valoros material din încărcătura destinată fabricării pieselor turnate din fontă de calitate superioară. Nici un alt material din încărcătură nu poate contribui, în măsură așa de mare, la obținerea proprietăților preconizate pentru piesele turnate. De aceea, este foarte important ca turnătoriile să continue să obțină fontă brută de calitate superioară.

Secretariatul internațional al fontei brute (IPIS) este o asociație a producătorilor de fontă brută comercială, avînd drept obiectiv promovarea utilizării fontei brute în turnătorii. Pentru atingerea acestui scop, secretariatul ajută turnătoriile prin promovarea producției acelor tipuri de fontă brută capabile să satisfacă exigențele din ce în ce mai ridicate privind piesele turnate.

IPIS are, de asemenea, sarcina de a informa turnătoriile asupra calităților fontei brute și de a nu lăsa să fie uitate avantajele acesteia. De aceea, IPIS a invitat specialiști în turnătorie și oameni de știință din întreaga lume pentru a participa la un concurs al cărui scop a fost acela de a prezenta avantajele utilizării fontei brute în turnătorii. La acest concurs, denumit **„Premierea unor lucrări asupra fontei brute în anul 1991"**, au participat specialiști din Europa, Africa și America.

Lucrările au fost analizate de un juriu format din :

— Dl. L. Ehrnborg, director executiv la QIT — Fier și Titan GmbH, Frankfurt, R.F.G.

— Prof. dr. ing. G. Engels, director executiv la Uniunea specialiștilor germani în turnătorie, Düsseldorf, R.F.G.;

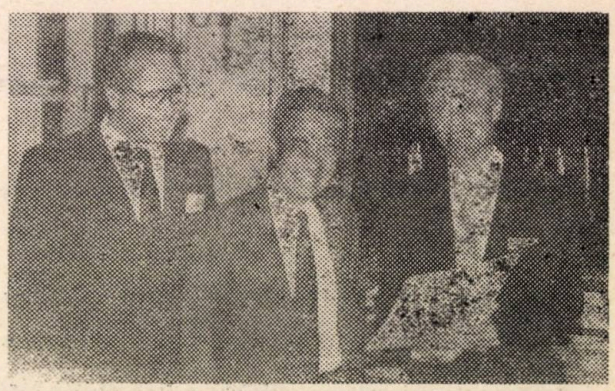
— Dl. P. J. V. Hunt, director comercial, British Steel, Cleveland, Iron Redcar, Marea Britanie.

PREMIUL I, în valoare de 10000 DM, a fost acordat profesorului dr. ing. Reinhard Döpp și diplomatului ing. Youcef Radjef de la Institutul de cercetări în domeniul oțelăriei și turnătoriei al Universității tehnice Clausthal — Zellerfeld, R.F.G., pentru lucrarea intitulată **„Fonta brută — material de calitate superioară pentru obținerea fontei de turnătorie"**.

PREMIUL AL II-LEA, în valoare de 5000 DM, a fost acordat inginerului Ali Ibrahim Mohamed, director al Turnătoriei Tawakol, Cairo, Egipt, pentru lucrarea intitulată **„Avantajele utilizării fontei brute ca material de încărcătură în turnătorii"**.

PREMIUL AL III-LEA, în valoare de 5000 DM, a fost acordat d-lui Ian Simpson Braid, inspector elaborare, Powell Duffryn Castings Limited, Poole, Dorset, Marea Britanie, pentru lucrarea **„Utilizarea fontei brute la Powell Duffryn Castings Limited"**.

Toți cei premiați au o experiență de mulți ani în turnătorie. Cîștigătorii premiului I au avut funcții executive în mari turnătorii, timp de mai mulți ani, înainte de a-și prelua funcțiile în învățămîntul superior.



Cel mai important este faptul că participanții au putut să demonstreze că avantajele menționate nu sînt teoretice, ci sînt bazate pe experiența lor în practică sau în cercetare. Avantajele încep de la capacitatea de a asigura proprietățile dorite, la piesele turnate, prin evitarea unor defecte metalurgice, și se termină cu reducerea costurilor produselor turnate finite.

Cu ocazia celei de-a 25-a Adunări generale anuale a IPIS, care a avut loc în Salzburg, Austria, în octombrie 1991, au fost anunțate numele cîștigătorilor. Premiul I a fost înmînat cîștigătorilor de către Președintele Secretariatului Internațional al Fontei Brute, dl. Michel Bellissant, Larfonte S. A. În alocuțiunea laudativă, președintele și-a exprimat speranța că acest concurs ar putea încuraja turnătoriile să examineze, pe baza acestor studii și cercetări, avantajele calitative ale fontei brute în fabricarea pieselor turnate din fontă.

Secretariatul Internațional al Fontei Brute intenționează să publice lucrările, în întregime sau extracte, în diferite jurnale de turnătorie.

UTILIZAREA FIBRELOR DE CARBON PENTRU CARBURAREA PIESELOR TURNATE DIN OȚEL PRIN PROCEDEUL "IN-MOULD"

A.A. ZHUKOV*
A.N. SEMIONOV**

CZ : 621.746.01

În prezent, fibrele de carbon sînt utilizate în diferite domenii, inclusiv pentru carburarea oțelurilor. A fost concepută o nouă metodă pentru realizarea pieselor turnate din oțel, constînd parțial din oțel cu conținut scăzut de carbon, parțial din oțel cu conținut ridicat de carbon, rezistent la uzură. Această tehnologie a fost utilizată mai întîi la turnătoria Intreprinderii Chimice Vinnitsa, în producția de ciocane pentru dezintegratoare de superfosfați.

Piesa turnată (fig. 1) prezintă o ureche care trebuie să posede proprietăți bune de rezilienţă și prelucrabilitate.

În producția curentă a acestor piese este utilizat oțelul carbon 35L (0,35% C) dar, în acest caz, capătul ciocanului nu este suficient de rezistent la uzură.

Noua tehnologie permite obținerea pieselor turnate „bimetalice" cu urechea constînd din oțel 35L și capătul ciocanului din oțel U12 (cu 1,2% C).

Acest lucru este posibil prin utilizarea fibrelor de carbon cu grosimea de 0,8 μm, cu un conținut de peste 98% carbon. Fibrele sub formă de pîslă sînt introduse în cavitatea formei înainte de asamblarea acesteia. După asamblarea formei (fig. 2) se toarnă oțel marca 35L.

Fig. 1. Ciocan dezintegrator
Fig. 1. Breaking hammer

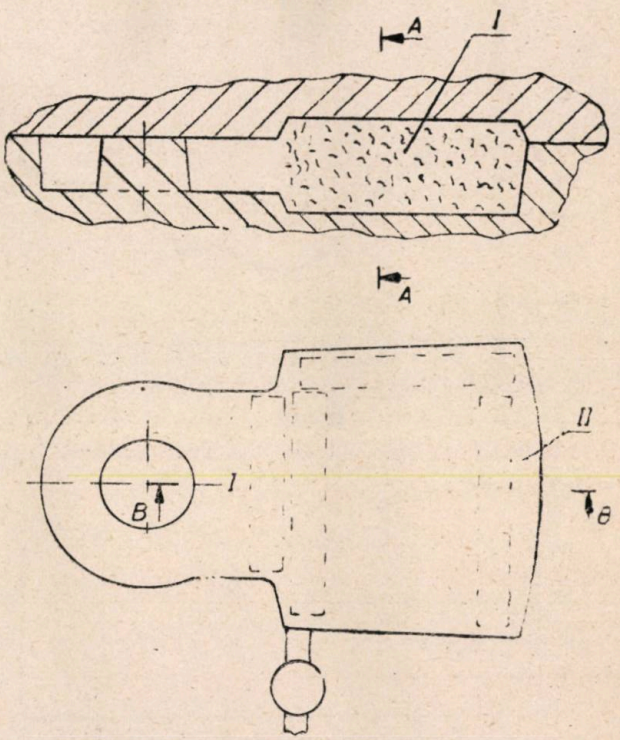


Fig. 2. Schema dispunerii pieselor turnate în formă : *1* — pîslă din fibră de sticlă
Fig. 2. Position diagram of casting components in the mould : *1* — carbon fibre felt

* — Profesor, șef catedră și conducător științific al Laboratorului de Cercetări, Institutul Politehnic Vinnitsa, C.S.I.

** — Conducătorul Laboratorului de Cercetări, Institutului Politehnic Vinnitsa, C.S.I.

În tabelul 1 sînt prezentate proprietăţile mecanice ale oţelului în zona urechii (zona I), unde acesta solidifică fără să fie carburat, nefiind în contact cu pîsla din fibre de carbon. Se observă rezilienţa ridicată a oţelului în această zonă.

Tabelul 1

Zona din piesa turnată	Conţinutul de carbon, %	Proprietăţile mecanice			Duritatea Brinell, *HB*
		σ_b, MPa	δ, %	KCU, MJ/m²	
I	0,36	510	19	0,35	174
II	1,18	826	6	0,09	226

* *HRC* 59 după călire în apă sărată

Capătul ciocanului suferă un proces de carburare în zona a-II-a (fig. 2).

În figura 3 este prezentată distribuţia carbonului şi a durităţii pe direcţiile A—A şi B—B (fig. 2), iar în figura 4 microstructurizarea oţelului în urechea *a* şi în capătul ciocanului *b* şi *c*, în stare turnată.

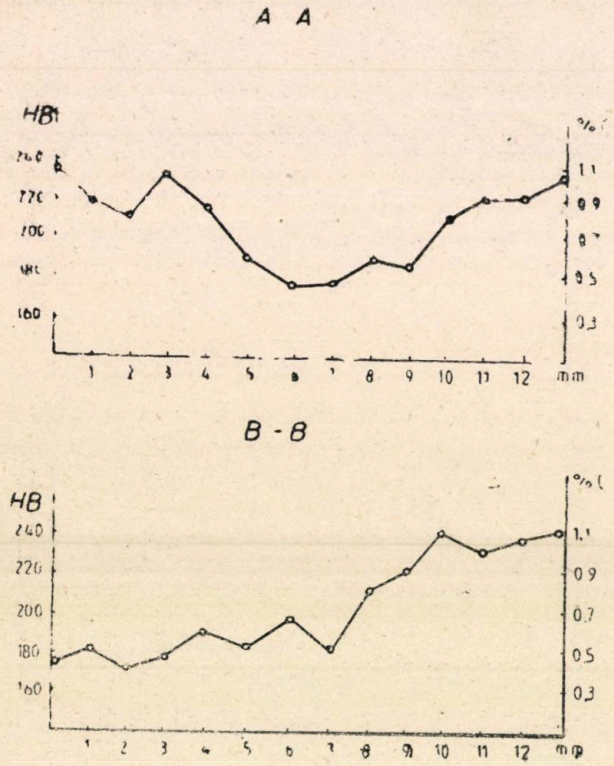
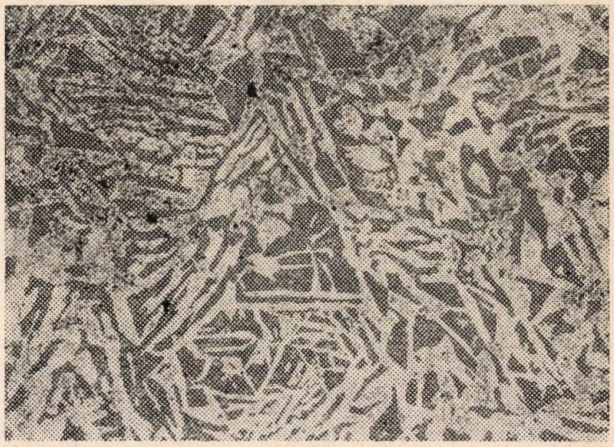


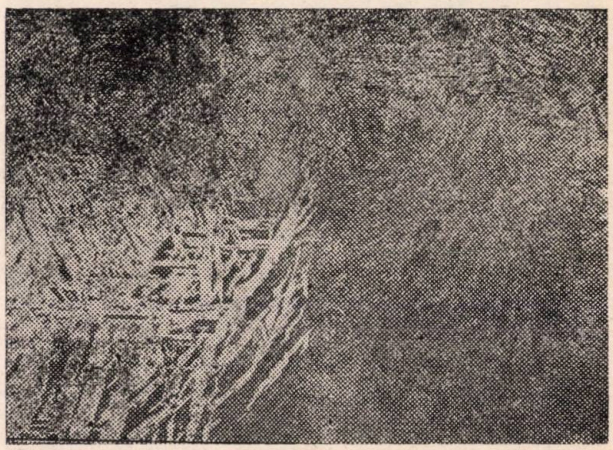
Fig. 3. Distribuţia carbonului şi a durităţii oţelului în secţiunile longitudinală şi transversală ale capătului ciocanului

Fig. 3. Carbon content and hardness distribution in longitudinal and cross-section of hammer head

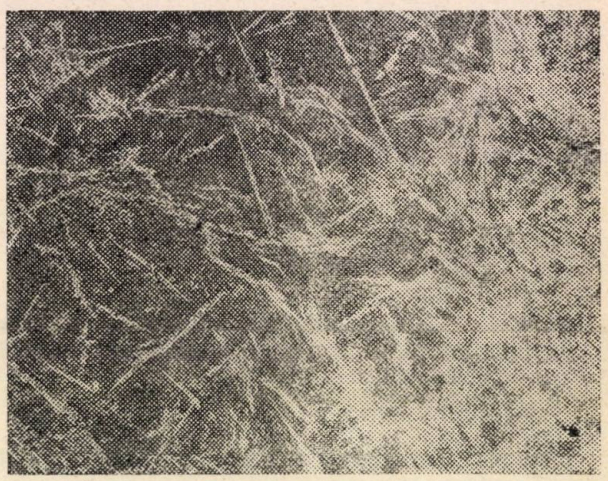
Probele au fost prelevate din zonele marcate cu linie întreruptă în figura 2. Rezultatele analizelor chimice şi încercărilor mecanice sînt prezentate în tabelul 1. Rezistenţa la uzură



a



b



c

Fig. 4. Microstructura oţelului; *a*—ureche; *b* — zonă de tranziţie între ureche şi capătul ciocanului, *c*—partea carburată a capătului ciocanului; atac nital; X 100

Fig. 4. Steel microstructure: *a* — eye; *b* — transition zone between hammer head and eye: *c* — hammer head carburated zone; nital etching; X 100

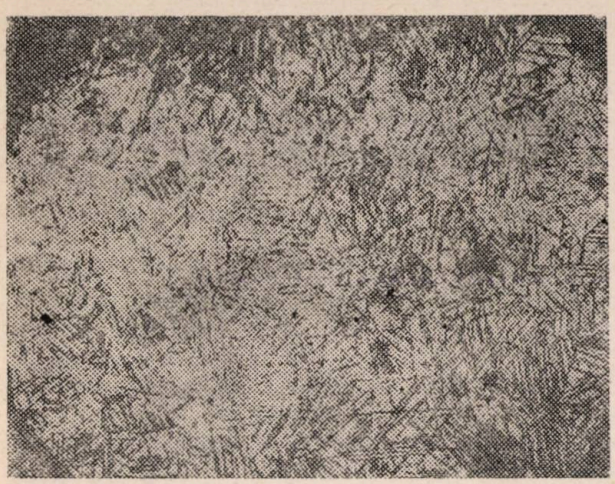


Fig. 5. Structura cu martensită și austenită reziduală în zona carburată a ciocanului după călire în soluție de NaCl; atac nital; X 100

Fig. 5. Martensite and residual austenite structure in the carburated zone of the hammer after NaCl solution quenching; nital etching; X 100

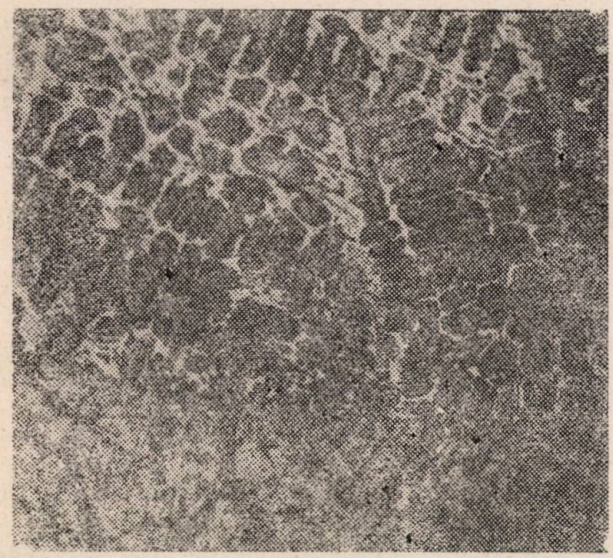


Fig. 6. Microstructura zonei de tranziție într-un oțel manganos, metal carburat — fontă albă cu conținut ridicat de mangan; atac nital ; X 100

Fig. 6. Transition zone microstructure in a manganese steel, carburated metal — high manganese content white cast iron; nital etching; X 100

a fost analizată conform standardului nr. 17367—71.

O parte din piesele turnate au fost debavurate la cald, după care au fost suspendate de urechi și călite în așa fel încît numai capătul ciocanului a fost imersat în baia de apă sărată pentru călire. Metalul carburat s-a transformat în martensită cu austenită reziduală (fig. 5), practic fără rețea de cementită secundară la limitele grăunților (dacă temperatura de debavurare și călire a fost mai mare de 850°C).

Noua tehnologie a dus la o triplare a rezistenței la uzură a ciocanelor dezintegratoare, în timp ce costul de producție a crescut numai cu 20%, prețul pîslei din fibre de carbon fiind de 50 ruble/kg.

Prețul estimativ al pîslei de carbon, realizată din materii prime mai ieftine, este de 7 ruble/kg*; în acest caz, eficiența economică a noii tehnologii va fi chiar mai mare.

Trebuie remarcat faptul că, în varianta tehnologică cu călirea capătului ciocanului, austenita părții carburate a piesei este foarte stabilă la subrăcire. Acesta este și motivul pentru care o astfel de austenită, numită „primul născut" (aceasta nu este niciodată supusă transformării perlitice), este ușor călită la martensită chiar în secțiunile groase și nu necesită alierea.

În cazul producției de precizie a miezurilor pentru realizarea urechii ciocanelor, această ureche poate rămîne neprelucrată. În acest caz, ciocanele pot fi realizate din oțel manganos cu un conținut de carbon mai mare de 1%. Oțelurile carbon, cu un astfel de conținut de carbon, reacționează prea lent cu materialele din fibre de carbon. Pîsla din carbon nu este impregnată peste tot de către oțelul lichid, din care cauză aceasta nu este dizolvată complet, fiind regăsită sub formă de bucăți nedizolvate în piesa turnată.

Capacitatea de impregnare și dizolvare a materialelor carbonice în oțelul lichid este dependentă de activitatea carbonului în topitură. Cu cît activitatea carbonului *ac* în metal este mai mare, cu atît mai mică este capacitatea acestuia de a reacționa cu materialele din fibre carbonice. Elementele carburigene (Cr, Mn și altele similare) micșorează *ac*, acesta fiind motivul pentru care oțelul Hatfield 110 G 134, cu un conținut mare de Mn, are o activitate a carbonului *ac* foarte scăzută (tab. 2).

Tabelul 2

Oțelul	Conținutul, %		Activitatea carbonului **) în oțelul lichid la 1500°C
	carbon	elemente de aliere	
20L	0,20	—	0,018
20GL	0,20	1,5 Mn	0,016
20KhL	0,20	1,0 Cr	0,015
35L	0,35	—	0,031
110G13L	1,10	13,0 Mn	0,039

*) Prețuri 1990.
**) Starea standard a carbonului — grafit.

Practica turnătorilor a arătat că topitura din oţel cu un conţinut înalt de Mn dizolvă complet pîsla din carbon cu formare de fontă albă hipoeutectică. Microstructura zonei de tranziţie între metalul necarburat şi carburat este prezentată în figura 6.

Susceptibilitatea ridicată a oţelului manganos la carburarea în formă poate fi explicată astfel: atunci cînd oţelul nealiat cu conţinut scăzut sau mediu de carbon începe să se carbureze, primele porţii de metal sînt foarte active faţă de fibrele de carbon dar, o dată cu creşterea conţinutului de carbon în topitură, această activitate începe să se reducă treptat datorită creşterii rapide a *ac*.

În cazul unui oţel manganos, această creştere a *ac* este mult mai redusă deoarece conţinutul iniţial de carbon este suficient de ridicat, iar metalul carburat rămîne aliat cu mai mult de 10% Mn — element care micşorează *ac* în aliajele fier-carbon. De aceea, carburarea decurge continuu în ciuda creşterii carbonului.

Discuţii

Această lucrare a fost prezentată la cea de-a 12-a Conferinţă Naţională de Turnătorie din 7 iunie 1990, fiind discuţii de următoarele discuţii:

Î.: Fibrele de carbon sînt utilizate în multe materiale structurale noi. Ce idei noi aţi introdus dvs.?

R.: Principala diferenţă este următoarea: În materialele noi, menţionate, fibrele de carbon sînt utilizate cu scopul de a le ranforsa, motiv pentru care fibrele trebuie să posede proprietăţi de rezistenţă ridicate, în timp ce, în cazul discutat, fibrele dispar, fiind dizolvate, aşa încît proprietăţile mecanice iniţiale nu au mare importanţă. Sperăm ca astfel de fibre cu rezistenţă scăzută să fie produse în curînd.

Î.: La Braşov (România) se aplică o tehnologie similară pentru carburarea locală a pieselor turnate din oţel, după care materialul de carburare este aplicat pe suprafaţa cavităţii formei sub forma unei vopsele. De ce aţi ales fibrele de carbon în acest sens?

R.: În principiu, pot fi utilizate şi alte forme de carbon (pudră de grafit, negru de fum etc.). Motivul principal al utilizării fibrelor de carbon este umectabilitatea lor ridicată de către metalul topit cu o activitate scăzută a carbonului. Oţelurile cu carbon scăzut şi mediu impregnează ţesătura de carbon sau pîsla de carbon aproape imediat. Fonta lichidă nu reacţionează în acest fel şi este imposibil ca ea să se carbureze cu fibre de carbon în formă, acestea rămînînd nedizolvate.

Î.: În România am încercat să carburăm în formă acele suprafeţe ale pieselor turnate din oţel ale căror cuplaje sînt supuse la uzură. Este posibil acest lucru prin metoda dvs.?

R.: Noi am făcut acelaşi lucru în 1987 la Briansk, la Întreprinderea de piese turnate din oţel, Bezhitaki, dar fără rezultate stabile. Datorită vitezei mari de curgere a oţelului lichid în formă, în apropierea canalelor complicate, unele bucăţi de ţesătură sau pîslă din carbon fixate în pereţii formei prin cuie sau adeziv sînt antrenate de jetul de lichid. Această problemă este dificilă. Uneori am găsit metalul carburat nu în zonele preconizate ci în centrul termic al piesei, aceasta datorită segregării oţelului cu conţinut ridicat de carbon cu temperatură de topire scăzută.

Există aşa de multe probleme care apar, încît pentru fiecare nou tip de piesă turnată este necesară proiectarea unei tehnologii specifice plecînd de la zero.

Î.: Ce fel de tratament termic aţi utilizat în lucrarea dvs.?

R.: În cazul particular al ciocanelor pentru dezintegratoare — nici unul. Se poate vedea din micrografii că toate structurile sînt Widmanstätten. Oţelul carbon poate fi normalizat de la 900°C fără o creştere excesivă a grăunţilor în zonele carburate. Piesele turnate din oţel Hatfield pot fi călite de la 1050°C. La această temperatură ledeburita nu mai este lichidă.

Î.: Ce alte piese din oţel Hatfield, în afară de ciocane, aţi produs pe această cale?

R.: La uzinele de tractoare Volgograd s-a încercat carburarea locală a şenilelor prin înfăşurarea unor fire din carbon în jurul miezurilor care realizează cele trei urechi ale pieselor turnate. Datorită vitezelor diferite de curgere a oţelului lichid, în cavitatea formei, şi temperaturii diferite a metalului în zona centrală şi la periferie, nu s-au putut obţine rezultate stabile. Fonta albă formată în urechea centrală a fost îndepărtată prin spălare, în timp ce, în urechile laterale, fibrele de carbon au rămas nedizolvate în părţile exterioare. Firele înfăşurate şi ţesătura sau tricoturile aplicate pe pereţii formei sau pe miezuri nu constituie cea mai bună soluţie. Aceasta deoarece fibrele de carbon sînt dispuse în paralel faţă de interfaţa dintre ele şi metalul topit din cavitatea formei. O impregnare mai bună poate fi obţinută dacă straturile de fibră sînt dispuse normal la această interfaţă, dar astfel de materiale încă nu există. În aceste condiţii, pîsla din carbon este pînă acum cea mai bună soluţie, deoarece dispunerea fibrelor este haotică. Variaţia grosimii şi densităţii pîslei este, de asemenea, foarte utilă. Această tehnologie abordată în urmă cu cinci ani este recomandată

pentru rezolvarea problemelor cele mai simple, după care pot fi atacate şi altele mai complicate.

I. : Unde se pot procura în C.S.I. fibre de carbon şi pîslă de carbon ?

R. : Aceste materiale au fost secrete mulţi ani. Yuri Gagarin a putut să se reîntoarcă pe pămînt deoarece cabina sa a fost izolată cu fibre de carbon. Este o glumă. Americanii fac din fibre de grafit tricouri negre care nu mai necesită spălare. Sînt introduse într-un foc deschis şi toate resturile organice sînt incinerate. La ora actuală aceste materiale sînt produse de către 20 de uzine. Pentru mai multe informaţii apelaţi la tel. 286021, C.S.I., Institutul Politehnic Vinnitsa, Departamentul pentru Ingineria Tehnologiei Materialelor.

Concluzii

O dată cu apariţia pe piaţă a diferitelor materiale din fibre carbonice (ţesătură, tricot, pîslă), a fost concepută o nouă tehnologie care asigură posibilitatea carburării unor părţi ale pieselor turnate din oţel, prin introducerea acestor materiale în cavitatea formei.

Aceste materiale se descompun prin dizolvare în oţelul lichid, deci proprietăţile lor mecanice iniţiale şi alte proprietăţi nu sînt de mare importanţă. De aceea, ele pot fi produse în special pentru turnătorii din materii prime ieftine.

Părţile carburate ale pieselor turnate pot fi călite la stare martensitică după debavurarea la cald, adică fără consum de energie pentru încălzire.

Piesele turnate pot fi carburate, în anumite zone, într-o asemenea măsură încît acestea pot căpăta o structură ledeburitică. În acest caz, rezistenţa ridicată la uzură este asigurată de cementita eutectică.

Autorii doresc să mulţumească lui A. N. Selezniov pentru sprijinul cu pîslă din fibră de carbon şi directorului Uzinei chimice din Vinnitsa pentru autorizarea efectuării experimentelor practice în turnătoria sa.

BIBILIOGRAFIE

[1] Syvyniuk, V. G., Zarechny, A. M., Zhukov, A. A. *Alierea prin electrocontact a suprafeţei pieselor din oţel cu materiale din fibre carbonice*. Zvarochnoie Proizvodstvo (Russian Welding Production), 1987, nr. 10.

[2] Zhukov, A. A., Bondarenko, A. V., Semionov, A. N. *Durificarea pieselor din oţel prin utilizarea materialelor din fibre carbonice*. Metallovedenie i Termicheskaya Obrabotka Metallov (Metal Science and Heat Treatment), nr. 65, 1989.

Expoziţia internaţională în domeniul metalurgiei, Bucureşti 1992, în perioada 20—24 aprilie.

Tema acestei expoziţii este modernizarea metalurgiei feroase şi neferoase din România şi dezvoltarea cooperării internaţionale în domeniul fabricării de echipament metalurgic.

UZINEXPORTIMPORT S.A.

Bd. Republicii 32, tel. 13 29 59; telex 011214.

CONTRIBUȚII LA ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII AMESTECURILOR PENTRU FORME CRUDE

Ing. IOANA SCURTU
INTEC București
Dr. ing. S. COCOLAȘ
Institutul Politehnic București
Dr. ing. E. COHN
INTEC București

CZ : 621.742

Formele crude pe bază de argilă sau bentonită, confecționate atît pe cale mecanică cît și manuală, suportă, o dată cu depozitarea lor în timp, o pierdere de apă cu atît mai accentuată cu cît temperatura mediului ambiant este mai ridicată, iar timpul de staționare în perioada de la formare pînă la efectuarea turnării este mai îndelungat.

Pentru obținerea de piese turnate de calitate superioară, în special în condițiile actuale de producție, este obligatorie folosirea unor amestecuri cu proprietăți stabile, ceea ce necesită menținerea apei din forme la proporțiile optime.

Stabilizarea proprietăților amestecurilor devine cu atît mai importantă cu cît procesul de fabricare a formelor este „mai" automatizat deoarece amestecul se usucă adesea pe liniile de formare, iar proprietățile formelor, înainte de turnarea aliajului lichid, sînt altele decît cele existente în momentul confecționării lor.

O metodă relativ empirică de compensare a pierderilor de umiditate, care are loc în timpul staționării și transportării formelor, constă în adăugarea, în momentul fabricării formelor, a unui exces de apă.

Pe liniile de formare automatizate, umiditatea variază între 3,2 și 3,6%, dar această valoare este valabilă numai pe anumite tipuri de linii automate.

Prin stabilizarea proprietăților, se poate realiza un consum optim de bentonită, astfel încît să se obțină amestecuri dense cu conținut mic de lianți.

Constatîndu-se faptul că pierderea de apă la formele crude duce la apariția unei friabilități la muchii și colțuri și chiar la o scădere a rezistenței la compresiune (de asemenea, alte proprietăți tehnologice ale formelor se deteriorează), s-au efectuat o serie de încercări, în vederea stabilizării apei din forme, a încetinirii vitezei de evaporare a acesteia, pentru a se menține acele caracteristici tehnologice necesare formelor, pentru a corespunde necesităților procesului de turnare, care permit realizarea unor piese turnate de calitate superioară.

Reducerea capacității de evaporare a apei din forme se efectua, pînă acum 10 — 15 ani, prin pulverizarea la suprafața formelor a unui produs petrolier ca motorină sau white-spirt, ceea ce contribuia la menținerea unei umidități "mai" constante în interiorul formelor.

Cercetări mai moderne, efectuate în ultimii ani, au arătat că se pot economisi derivații petrolieri prin introducerea, în compoziția amestecurilor de formare crude, a unor soluții de săruri anorganice ca sulfat de sodiu, clorură de calciu sau altele [1], [2].

Aceste substanțe anorganice, datorită proprietăților lor de higroscopicitate, mențin apa în sistemul amestecurilor de formare, fără a produce scăderi sau alterări ale celorlalte proprietăți tehnologice ale formelor crude.

În lucrarea de față, s-a urmărit stabilirea celei mai eficiente proporții de produs care, introdus în amestecurile de formare, conferă proprietatea de a micșora viteza de evaporare a apei, astfel încît raportul optim, dintre proporția de bentonită și proporția de apă din amestec (caracteristic pentru fiecare sortiment de bentonită sau argilă), să se mențină la valorile cele mai favorabile și să nu fie modificat prin plecarea apei din sistem, datorită timpului de staționare, temperaturii și a altor factori.

S-a urmărit, de asemenea, eficacitatea, în această direcție, a mai multor săruri anorganice, cunoscute ca posedînd proprietăți higroscopice, precum și a unor oxizi cu acțiune energică în ceea ce privește transformarea lor în hidroxizi cu higroscopicitate ridicată.

Amestecurile de formare au fost preparate prin folosirea următoarei rețete:

Nisip de Aghireș	91%
Bentonită	9%
Apă	7,2%

Nisipul de Aghireș cu care s-a lucrat a prezentat granulația redată în tabelul 1.

Sita, mm	1	0,6	0,3	0,2	0,1	0,063	Tavă
Procente, %	1	2	27	33	30	5	2

Bentonita utilizată a prezentat o cifră bentonitică mică de 4%, iar pH-ul ei este de 6,5, indicînd astfel un comportament slab acid, caracteristic bentonitelor calcice indigene.

În cazul bentonitei utilizate, raportul optim între proporția de bentonită și cea de apă adăugată este de 1,25 (adică la 1,25 g bentonită este necesar 1 ml apă), conform încercărilor efectuate.

Amestecurile s-au preparat într-un malaxor de laborator, adăugîndu-se bentonita la nisipul cuarțos respectiv, după care s-a amestecat timp de două minute, iar apoi s-a adăugat proporția de apă, omogenizîndu-se întreaga masă prin amestecare timp de trei minute.

Substanțele încercate au fost solubilizate, în prealabil, în cantitatea de apă care s-a adăugat amestecurilor.

La amestecurile preparate, s-au determinat rezistențele la compresiune la 0, 1, 2, 4 și 24 ore de la prepararea lor.

S-a determinat pierderea de apă a amestecurilor la intervalele de timp, arătate mai sus.

S-a încercat eficacitatea, în vederea micșorării apei din amestecurile de formare, a următoarelor substanțe cunoscute ca avînd proprietăți de higroscopicitate: clorură de calciu, carbonat de sodiu, sulfat de sodiu, fosfat monoacid de sodiu, în proporții cuprinse între 0,285 și 0,86%.

În figura 1 se arată influența adaosului de clorură de calciu asupra umidității amestecului în timp de 24 de ore (fig. 1).

Pierderea de umiditate reprezentată este mai mică la 1, 2, 4 și 24 ore de la prepararea amestecurilor (în comparație cu amestecul fără ados).

Se consideră că proporția optimă de clorură de calciu necesară pentru a fi introdusă în amestec este de 0,43% $CaCl_2$, față de greutatea amestecului.

Influența carbonatului de sodiu asupra pierderii de apă a amestecului de formare este indicată în figura 2. După cum se constată la 1, 2 și 4 ore, pierderile de apă sînt mai reduse în cazul amestecurilor cu carbonat de sodiu, în timp ce la 24 ore de la prepararea amestecurilor se constată că pierderile de apă sînt ceva mai mari decît la amestecurile fără adaos, ceea ce arată că adaosurile de carbonat sînt indicate a fi folosite în cazul amestecurilor (formelor), care se toarnă în 4 — 5 ore de la confecționarea formelor, mai ales că se realizează și o rezistență mult superioară după cum se va arăta mai jos (fig. 2).

În cazul utilizării sulfatului de sodiu se constată că este indicată folosirea unei concentrații de 0,43% sulfat de sodiu, față de greutatea amestecului, concentrații mai mari avînd efect defavorabil (fig. 3).

Efectul acestui adaos este relativ modest.

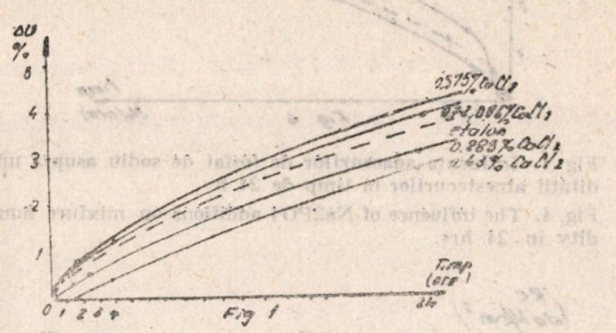


Fig. 1. Influența adaosurilor de clorură de calciu asupra umidităților amestecurilor în timp de 24 h

Fig. 1. The influence of CaCl2 addition on mixture humidity in 24 hrs.

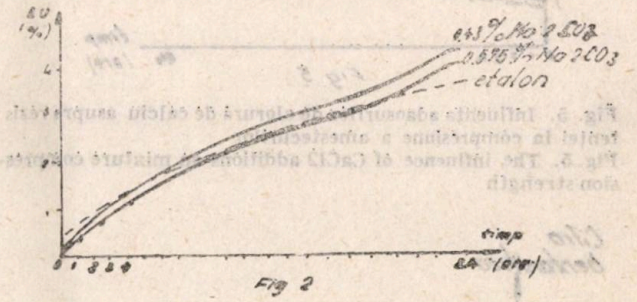


Fig. 2. Influența adaosurilor de carbonat de sodiu asupra umidității amestecurilor în timp de 24 h

Fig. 2. The influence of Na2CO3 additions on mixture humidity in 24 hrs.

Fig. 3. Influența adaosurilor de sulfat de sodiu asupra umidității amestecurilor în timp de 24 h

Fig. 3. The influence of Na2SO4 additions on mixture humidity in 24 hrs.

Acelaşi efect al adaosului în concentraţii mai mici (0,43%), semnalat anterior, se constată şi în cazul folosirii fosfatului monoacid de sodiu (fig. 4).

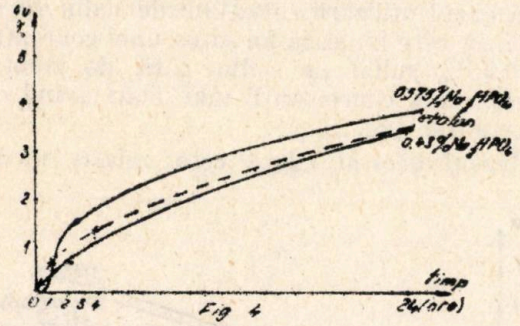


Fig. 4. Influenţa adaosurilor de fosfat de sodiu asupra umidităţii amestecurilor în timp de 24 h

Fig. 4. The influence of Na2PO4 additions on mixture humidity in 24 hrs.

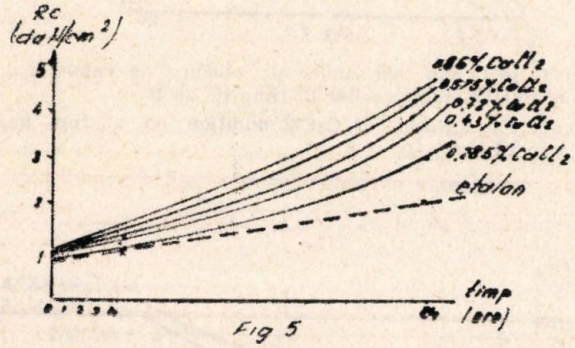


Fig. 5. Influenţa adaosurilor de clorură de calciu asupra rezistenţei la compresiune a amestecurilor

Fig. 5. The influence of CaCl2 additions on mixture compression strength

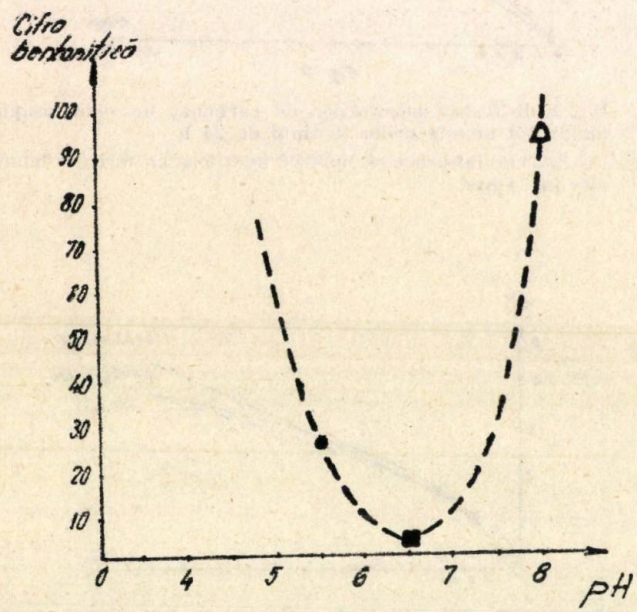


Fig. 6. Variaţia valorilor cifrei bentonitice în funcţie de pH-ul suspensiilor

Fig. 6. Variation of bentonite number with slurry pH

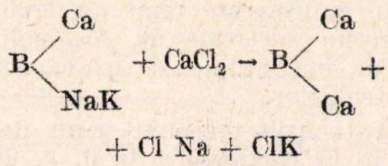
Şi în acest caz, se poate remarca eficacitatea deosebită a acestui produs în ceea ce priveşte ridicarea rezistenţelor la compresiune pînă la valori superioare.

Efectul adaosurilor anorganice, menţionate asupra rezistenţelor la compresiune ale amestecurilor de formare pe baza de bentonită este prezentat în tabelul 3 şi în figurile 7 —11.

Astfel, în figura 5 se prezintă valorile rezistenţelor la compresiune ale amestecurilor cu şi fără adaos de clorură de calciu.

Se constată faptul că valorile rezistenţelor la compresiune la 1, 2 şi 4 ore de la prepararea amestecurilor sînt mai mici decît cele ale amestecurilor fără ados de clorură de calciu, în timp ce, la 24 ore de la preparare, rezistenţele cresc fiind mai mari decît acelea prezentate de amestecul fără adaos.

Se poate menţiona că, la adaosul de clorură de calciu, se produce o reacţie chimică certă între ionii de sodiu şi potasiu, existenţi în bentonita calcică din amestec şi ionii de clor legaţi în clorură de calciu, conform schemei:



Această reacţie, schematic prezentată, duce la creşterea caracterului calcic al bentonitei cunoscut fiind faptul că bentonitele calcice duc la rezistenţe mai scăzute.

Pe de altă parte, scăderea sau creşterea pH-ului unei bentonite duce la creşterea cifrei bentonitei (fig. 6), [3], care se remarcă şi printr-o creştere a rezistenţei la compresiune (fig. 7).

S-a constatat că valorile minime ale cifrei bentonice se obţin la pH-ul neutru de 7. Scăderi ale acestui pH (după cum se constată în cazul adăugării clorurii de calciu care coboară pH-ul la 5,5) sau creşteri ale acestuia la valori mai mari duc la cifre bentonitice mai ridicate (fig. 6).

Evident, nu se poate afirma că rezistenţele la compresiune sînt întotdeauna corespunzătoare cu valorile cifrei bentonitice, dar, în foarte multe cazuri, această corelaţie este respectată.

Întrucît cifra bentonitică creşte după staţionarea amestecurilor timp de 24 ore, se explică, pe această cale, rezistenţele mai mari obţinute la interval de 24 ore de la prepararea amestecurilor, atunci cînd bentonita a avut timp să se gonfleze şi să acţioneze ca atare (fig. 7 şi 8).

Adaosul de carbonat de sodiu duce la creşteri ale rezistenţei la compresiune aşa cum se prezintă în figura 9.

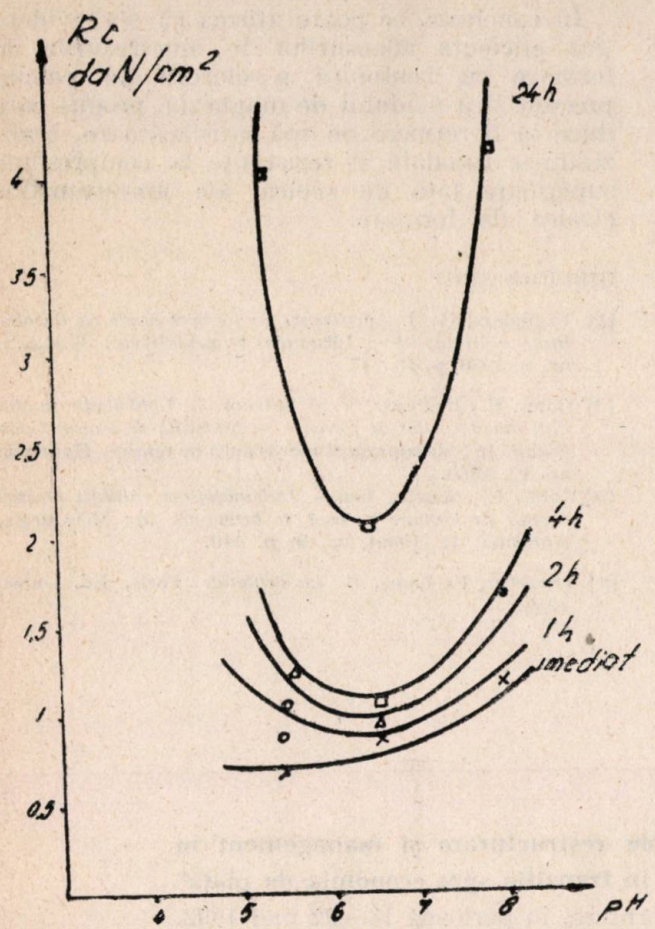


Fig. 7. Influenţa pH-ului asupra rezistenţei la compresiune
Fig. 7. pH influence on compression strength

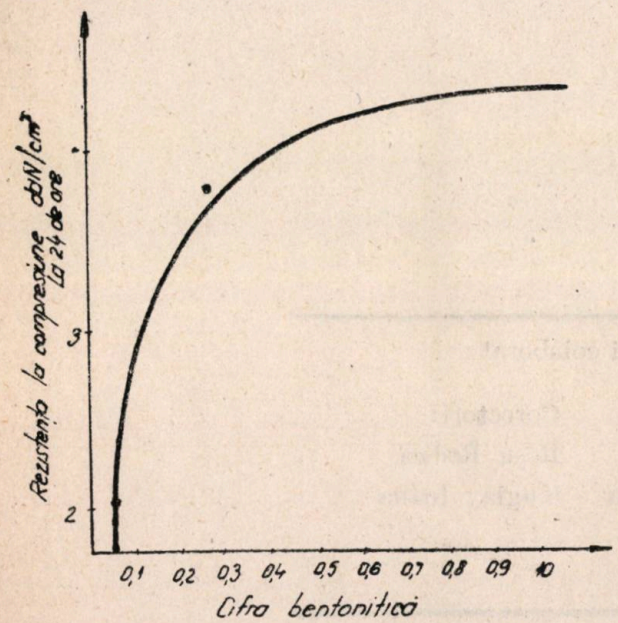


Fig. 8. Influenţa valorilor cifrei bentonitice asupra rezistenţei la compresiune
Fig. 8. The influence of bentonite number on compression strength

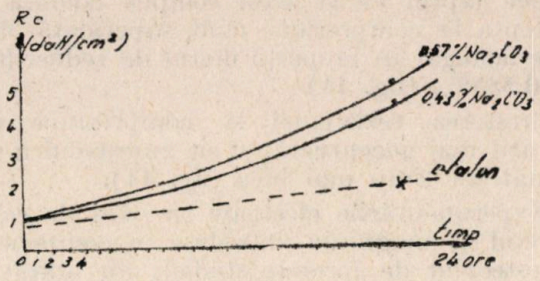


Fig. 9. Influenţa adaosurilor de carbonat de sodiu asupra rezistenţei la compresiune a amestecurilor
Fig. 9. The influence of Na2CO3 additions on mixture compression strength

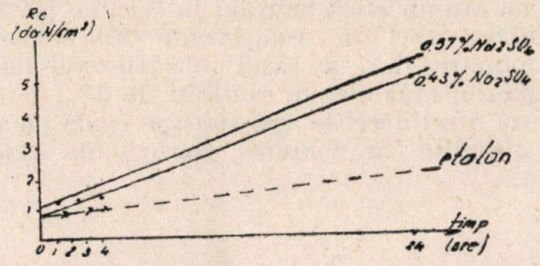


Fig. 10. Influenţa adaosurilor de sulfat de sodiu asupra rezistenţei la compresiune a amestecurilor
Fig. 10. The influence of Na2SO4 additions on mixtures compression strength

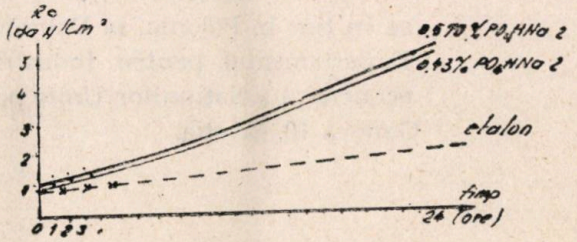


Fig. 11. Influenţa adaosurilor de fosfat de sodiu asupra rezistenţei la compresiune a amestecurilor
Fig. 11. The influence of Na2PO4 additions on mixture compression strength

Deci, creşterea rezistenţei este cu atît mai mare cu cît timpul de staţionare a amestecului este mai îndelungat (fig. 9).

Se poate explica eficienţa carbonatului de sodiu prin acţiunea de activare a bentonitelor, cunoscută din literatură [4], şi prin creşterea cifrei bentonitice datorită unui pH bazic (fig. 6).

În figura 10 se arată influenţa adaosului de sulfat de sodiu asupra rezistenţelor de compresiune a amestecului studiat.

Se constată că se realizează o creştere a rezistenţelor la compresiune cu atît mai ridicată cu cît amestecul a staţionat un timp mai îndelungat (fig. 10).

Acţiunea monofosfatului de sodiu (PO_4HNa_2) asupra amestecului de formare cu bentonită

indică faptul că şi acest compus conferă rezistenţa la compresiune mult superioară, dacă este adăugat în proporţii destul de reduse (0,43 şi 0,585%) (fig. 11).

Creşterea rezistenţei la compresiune este cu atît mai accentuată cu cît amestecul a staţionat un timp mai lung (fig. 11).

Experimentările efectuate cu oxid de calciu şi oxid de magneziu, introduse în componenţa amestecului de formare studiat, au arătat că aceste substanţe contribuie la realizarea unor rezistenţe la compresiune superioare, în special la 1,2 şi 4 ore de la prepararea amestecurilor de formare respective.

Se constată, de asemenea, că oxidul de calciu nu are un efect marcant în ceea ce priveşte reţinerea apei în componenţa amestecurilor de formare, dar, în cazul utilizării oxidului de magneziu, mai ales în cantităţi de 2%, se realizează o reţinere de apă aproape egală cu aceea obţinută la folosirea clorurii de calciu.

În concluzie, se poate afirma că s-a evidenţiat eficienţa adaosurilor în amestecurile de formare cu bentonită a clorurii de calciu, precum şi a oxidului de magneziu, produs care duce la o reţinere de apă satisfăcătoare, realizîndu-se totodată şi rezistenţe la compresiune superioare faţă de acelea ale amestecurilor clasice de formare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Vişniakov, H. J. *Amestecuri de formare crude cu durabilitate ridicată.* In: Liteinoie Proizvodstvo., U.R.S.S. nr. 9, 1980, p. 16–17.

[2] Cohn, E., Brătescu, V. şi Sofroni, L. *Contribuţie la studiul amestecurilor de formare cu bentonită de Valea Chioarului.* In: Metalurgia şi construcţii de maşini, România, nr. 12, 1960.

[3] Cohn, E., Scurtu, Ioana *Îmbunătăţirea calităţii amestecurilor de formare pe bază de bentonită.* In: Metalurgia, România, 41 (1989), nr. 9, p. 440.

[4] Deribere, I., Esme, B. *La bentonite.* Paris, Ed. Dunod 1955.

Seminarul cu tema **„Tehnici de restructurare şi management în industria siderurgică a ţărilor aflate în tranziţie spre economia de piaţă"** se va ţine în Polonia, la Dabrowa Gornicza, în perioada 18—22 mai 1992. Departamentul pentru Industrie şi tehnologie, Sectorul Oţel. Comisia economică a Naţiunilor Unite pentru Europa, Palatul Naţiunilor, CH-1211 Geneva 10, Elveţia.

La revistă au mai colaborat :

Traducător:
Ghinescu Tamara
Dipl. univ. Bogdan Diana
Ieremia Roxana
Ing. Florea Sabin

Corectori:
Roşu Rodica
Kuglay Ioana

SOCIETATEA COMERCIALĂ „DUCTIL" S. A.
BUZAU

Ductil

Aleea Industriilor, nr. 1, Buzău; Tel. 26286; Telex 56229; Fax 14857

Firmă de mare tradiţie în industria produselor metalurgice, Societatea Comercială „DUCTIL" S.A. produce şi livrează cu promptitudine:

- sîrmă din oţel, laminată la cald, destinată tragerii la rece şi armării betoanelor în gama ∅ 6–12 mm, STAS 8914 şi 438;
- sîrmă trasă netedă pentru armarea betoanelor ∅ 3–10 mm. STAS 438/3;
- sîrmă moale neagră, gama ∅ 0,2–10 mm, STAS 889;
- sîrmă tare mată ∅ 0,8–12 mm, STAS 889;
- sîrmă tare lucioasă ∅ 0,2–0,8, STAS 889
- oţel tras în colaci pentru organe de asamblare, STAS 9382;
- sîrmă zincată ∅ 0,3–5 mm, STAS 889 şi 7549
- plase sudate pentru armarea betoanelor, STAS 438/3;
- electrozi de sudură gama ∅ 2–5 mm;
- sîrme tubulare pentru sudarea oţelurilor carbon şi slab aliate şi pentru încărcări dure;
- cuie cu cap conic, plat, semirotund etc., STAS 2111

La cerere, produsele se pot livra după norme internaţionale: DIN, GOST, BS, Jis etc.

Produsele purtînd marca „DUCTIL" au fost exportate în 53 de ţări de pe toate continentele.

Dispunînd de personal competent şi utilaje de mare randament, Societatea „DUCTIL" S.A. stă oricînd la dispoziţia partenerilor din ţară şi străinătate cu produse de înaltă calitate.

metalexportimport

BUCHAREST – ROMANIA ○ 21 – 25, D.I. MENDELEEV ST. ○ TEL.: 59.68.25. ○ TELEX: 11515 metal r

FLAT PRODUCTS ● hot rolled steel plates; cold rolled steel sheet; galvanized steel sheets; cold rolled non-oriented grain silicon steel strip

HOT ROLLED STEEL PROFILES ● channels UNP; joists INP; equal angles; unequal angles; flat bars; square bars; round bars; alloyed and high speed tool steel; hot rolled round ball-bearing steel

STEEL WIRE AND WIRE PRODUCTS ● nail wire; welding electrodes wire; galvanized barbed wire type JOWA; bright steel wire for prestressed concrete (PC wire); brass plated steel cord for tyres; welding electrodes; bronze plated steel wire; stud link anchor chain cable; steel wire ropes, bright or galvanized; round wire nails; soft galvanized steel wire; stress relieved steel wire strands

REINFORCING STEEL AND WIRE ROD, SEAMLESS AND WELDED TUBES ● seamless steel pipes; seamless steel plain end line pipe; seamless steel casing; ERW pipes; longitudinal ERW pipes; cold formed profiles; cold formed profiles from hot rolled steel strip

ALUMINIUM INGOTS AND ALUMINIUM PRODUCTS

● sheets; foils; square; round; hexagonal bars, tubes, extruded profiles

Make Us Your Partner for Success!

...for Success!

...for Success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMANIA

METANEF S.A.

str. Mendeleev, nr. 21—25
sector 1, Bucureşti
telefon: 50 28 42; telex: 11 669

METANEF

Intreprinderea de Comerţ exterior METANEF S.A. a fost înfiinţată în anul 1990.

Plecată de la un capital zero, în baza unui credit de 100 000 lei, realizează actualmente, lunar, un volum de activitate echivalent cu volumul total pe primele şase luni de lucru.

Asigură servicii din domeniile de comercializare a cinci foste întreprinderi de comerţ exterior. Deşi la înfiinţare personalul era specializat pe o gamă restrînsă de produse de export-import, în prezent, datorită reorientării şi specializării acestuia, gama de produse din domeniul de activitate a societăţii s-a dezvoltat „puternic" în următoarele compartimente:

EXPORT

Din domeniul produselor specifice metalurgiei, Societatea noastră exportă întreaga gamă de aluminiu, table, oţel beton, profiluri, ţevi.

IMPORT

METANEF S.A. importă pentru întreprinderea dumneavoastră:

- produse metalurgice prelucrate superior;
- materii prime necesare producţiei metalurgice (cocs, cărbune, minereuri pentru metalurgia feroasă şi neferoasă);
- utilaje şi piese de schimb pentru domeniul metalurgiei feroase şi neferoase;
- licenţe, studii de fesabilitate.

METANEF S.A. a colaborat strîns cu Societatea specializată pentru importul de energie şi cu Regia autonomă respectivă pentru asigurarea energiei electrice din import, necesară producţiei de aluminiu din România.

Actualmente, la un an de la începerea activităţii, Societatea noastră derulează activităţi de import-export cu un echivalent în valută de cca 3 miliarde lei la cursul oficial lunar.

Societatea a înţeles necesităţile metalurgiei româneşti şi a adoptat politica impulsionării exporturilor mărfurilor acesteia, concomitent cu asigurarea materiilor prime necesare continuării unei activităţi eficiente.

METANEF S.A. prestează şi oferă servicii în domeniul său de activitate la unul din cele mai reduse costuri pentru servicii similare.

Intenţia Societăţii este aceeaşi şi pentru viitor, luîndu-şi ca obiectiv:

„CEL MAI EFICIENT, CU CELE MAI REDUSE COSTURI!"

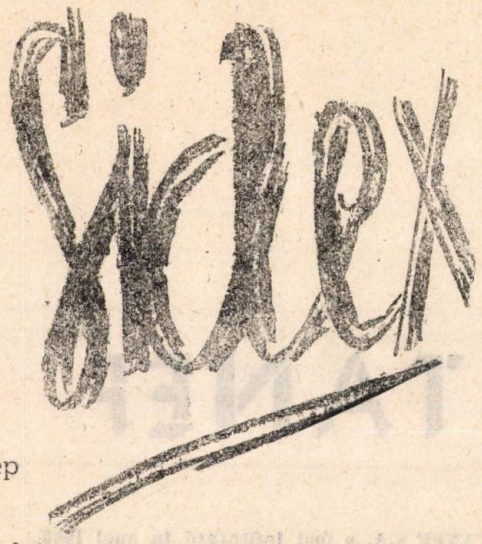
din domeniul comerţului exterior al metalurgiei.

SIDEX *Iron and Steel Complex of Galatz*

manufactures and exports for you

Hot Rolled Flat Products

- **Ordinary steel strips and plates for constructions**
- **Fine grained steel strips and plates for welded constructions**
- **Atmospheric corrosion resistant steel strips and plates**
- **Shipbuilding steel plates**
- **High quality carbon steel strips and plates for machine building**
- **Steel plates for boilers and pressure vessels**
- **Steel strips and plates for cold bending and deep drawing**
- **steel strips and plates for side bars and other parts with small bending radius**
- **Steel plates for mining equipment**
- **Stainless steel strips and plates and refractory steel for nuclear and aeronautical industry**
- **Steel strips and plates for automobile rims**



Steel Semi-products

- Continuous cast or rolled slabs
- Continuous cast blooms
- Rolled billets

Coke-chemical products
Blast furnace coke

- Ferro-alloys coke
- Fine coke
- Coke-chemical ammonia sulphate
- Concentrated ammonia water
- Coal tar
- Technical ammonia
- Aromatic fractions
- Coke plant technic sulphur
- Pit coal tar
- Pit coal creosote for carbon black
- Coke-chemical absorption oil
- Phenolic fraction
- Crude anthracene
- Naphthalene
- Technical ferric sulphate
- Bitum

Cold Rolled Sheet

- Thin steel strips and sheets for cold formed shapes and welded pipes
- Sheets and strips for deep drawing
- Steel sheets and strips for car industry and sheets

Other Products

- Liquid and gas oxygen
- Liquid and gas nitrogen
- Liquid and gas argon
- Granulated blast-furnace slag
- Non-iron slag

GALATZ
1, SIDERURGIȘTILOR STREET
COD 6200
Tel.: 934/30 004;
30 109
TELEX: 51.257;
51.312

COMBINATUL SIDERURGIC GALAȚI
SIDEX
ROMANIA

A life experience on the steel market and many friends in the steel business!

ORSZÁGOS KÖZPONTI

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

COMBINATUL SIDERURGIC
SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiștilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşita, Tirgovişte, Călăraşi and Cîmpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşita, Tîrgovişte, Călăraşi şi Cîmpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— tagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru material rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E 3280

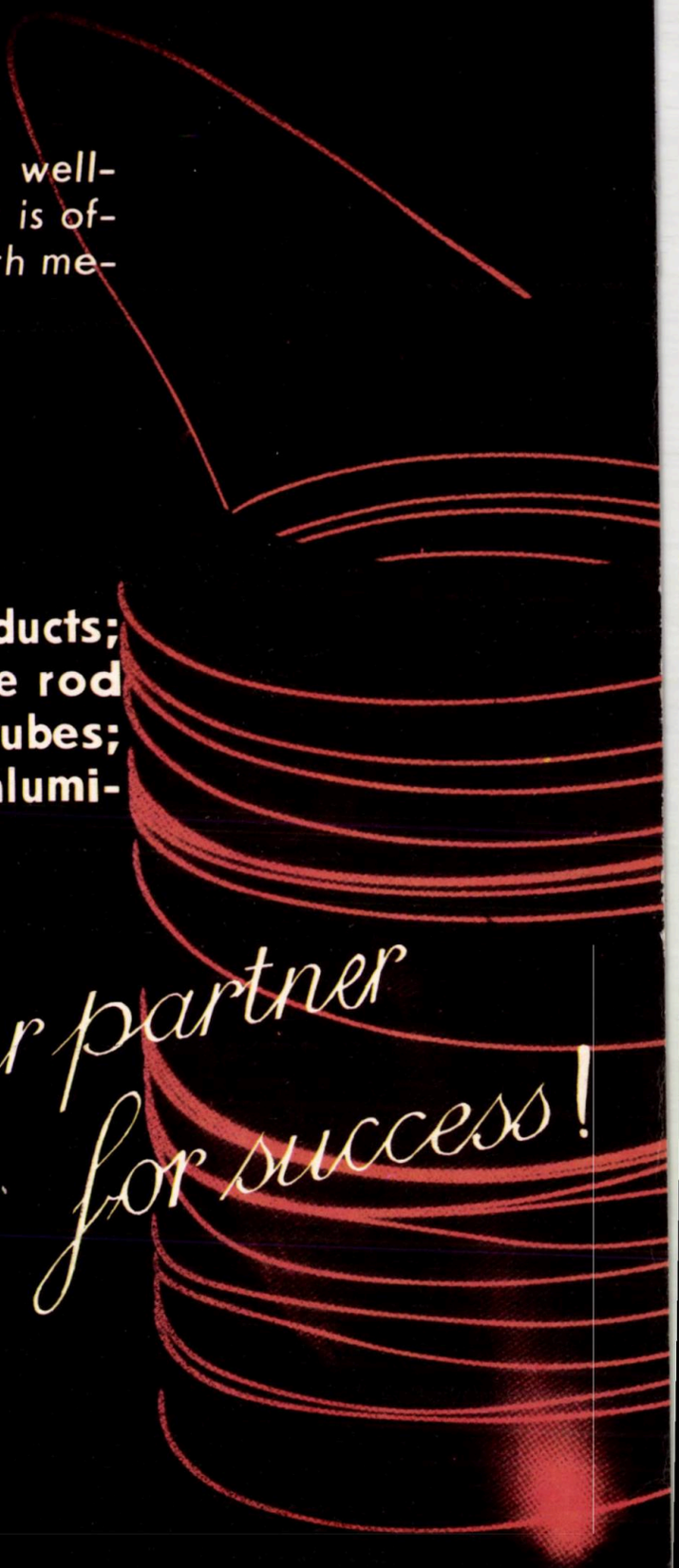
METALURGIA

Nr.4/92

Special Issue on restructuring the Iron and Steel Industry.

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923



A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

METALURGIA

4
1992
APRILIE

EDIȚIE SPECIALĂ BILINGVĂ CU LUCRĂRILE PREZENTATE LA SIMPOZIONUL INTERNAȚIONAL

„RESTRUCTURAREA SIDERURGIEI ROMÂNEȘTI"

ORGANIZAT DE

Departamentul Industriei Metalurgice

ȘI

Societatea Română de Metalurgie — S.R.M.

TÎRGOVIȘTE, 16—19 FEBRUARIE, 1992

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1988

cuprins

Marin, Bivolaru: **Industria metalurgică din România — Situația actuală și perspective** 3

André, Signora: **Studiul economic al oțelului: înțelegerea cererii de oțel** 6

Ion Prisecaru și Cristian Pârvan: **Combinatul Siderurgic SIDERCA S.A. Călărași, în conjunctura actuală a restructurării industriei în România** 14

Hans, Mueller: **Restructurarea industriei siderurgice românești — pentru a concura pe piețele internaționale și interne** 18

R. W. Congrave: **Metode pentru evaluarea situației curente și perspectiva uzinelor siderurgice** . . . 41

Gelu Constantin Radu: **Contribuția institutelor de cercetare din România la acțiunea de restructurare a industriei siderurgice** 46

contents

Marin Bivolaru: **The Romanian metallurgical industry — present and future** 3

Andre Signora: **Steel economies: understanding steel demand** 7

Ion Prisecaru, and Cristian Pârvan: **SIDERCA S.A. Călărași iron and steel works under the present contitions of Romanian industry restructuring** . . 14

Hans, Mueller: **Restructuring Romanian steel to compete in domestic and global makets** 18

R. W. Congrave: **Metods for evaluation the current situation and the future outlook of steel plants** 41

Gelu Constantin Radu: **Contributions of the Romanian research institutes to the restructuring of the iron and steel industry** 46

COLEGIUL DE REDACȚIE:

BIVOLARU MARIN, IONESCU EMIL, RADU CONSTANTIN GELU, IOAN FLORENTIN SANDU, ALEX. FLOREA, VIOREL MUNTEANU, LAURENȚIE SOFRONI, EMIL FLORIAN, CONSTANTIN DUMITRESCU, ION CHIOSE, RADU HANGA, SANDU EUGEN, ION IACOBESCU, PETRE IANC, GHEORGHE PÂRVU, GHEORGHE LEPĂDATU, IULIAN RIPOȘAN LADISLAU FRUMOSU

Redactor responsabil: prof. dr. ing. L. SOFRONI

Șef CIDMET: ing. **Brândușa Florentina Scorțea**

Redactor: dipl. univ. ELENA PÂRVU

METALURGIA este editată de SIDEROM S.A. Redacția și administrația: București, str. Mendeleev, nr. 21-25, sector 1, cod 70 168, telefon 59 49 90. Instituțiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCRSBM. Costul unui abonament: lei 3.000 anual. Costul unui exemplar: lei 250.

Tiparul: S. C. „UNIVERSUL" S. A., str. Brezoianu nr. 23—25, București • c. 3443

INDUSTRIA METALURGICĂ DIN ROMÂNIA — SITUAȚIA ACTUALĂ ȘI PERSPECTIVE

THE ROMANIAN METALLURGICAL INDUSTRY — PRESENT AND FUTURE

Ing. MARIN BIVOLARU
SECRETAR DE STAT
ȘEFUL DEPARTAMENTULUI
INDUSTRIEI METALURGICE
BUCUREȘTI, ROMÂNIA

Eng. MARIN BIVOLARU
STATE SECRETARY
CHIEF, METALLURGICAL
INDUSTRY DEPT
BUCHAREST, ROMANIA

Am deosebita plăcere să transmit, în numele conducerii Ministerului Industriei și a Departamentului Industriei Metalurgice, cele mai cordiale salutări participanților la lucrările simpozionului privind restructurarea industriei siderurgice din România și să vă urez succes în desfășurarea lucrărilor cu deplina convingere că această reuniune le poate fi de un real folos tuturor societăților comerciale metalurgice din România, implicate puternic în procesul de tranziție a țării noastre la economia de piață.

Vă rog să-mi permiteți să vă prezint, pe scurt, Industria Metalurgică din România, problemele actuale cu care se confruntă ea, precum și perspectivele acestei ramuri.

PROBLEME GENERALE

În perioada 1965—1989, politica de a transforma România dintr-o țară cu economie tradițională agricolă într-o țară puternic industrializată a dus la dezvoltarea puternică a metalurgiei.

Actualele capacități de producție însumează peste 15 mil. tone oțel brut, 300 mii tone aluminiu, 58 mii tone plumb, 70 mii tone cupru, 55 mii tone zinc și altele.

Producția industriei metalurgice,într-un an de vîrf — 1989, a fost : 13,4 mil. tone oțel brut, 260 mii tone aluminiu, 33 mii tone cupru, 30 mii tone plumb, 30 mii tone zinc etc. Realizarea acestor producții a permis practic acoperirea nevoilor interne de metal, cu echilibrarea prin export direct a fondului valutar al ramurii.

În condiții normale de activitate, industria metalurgică livrează în țară 60—65% din producția sa, iar 35—40% din producție se exportă, asigurîndu-se, astfel, necesarul de devize pentru importul de materii prime, care reprezintă: peste 90% din minereul de fier, circa 75% din cărbunii cocsificabili, 50% din

I have the particular pleasure to convey, on behalf of the leadership of the Industry Ministry and of the Metallurgical Industry Department, the heartest welcome to the attendants in the activity of this workshop, related to the *RESTRUCTURING OF THE ROMANIAN IRON AND STEEL INDUSTRY* and to wish you success in this activity, being fully convinced that this meeting will be of real use to all Romanian metallurgical companies, deeply involved in the transition process of our country to the market economy.

Allow me please to present you shortly the Romanian metallurgical industry, outlining its present difficulties as well as the outlook for this branch.

GENERALS

During the 1965—1989 period, the policy of changing Romania from a country with a traditional agrarian economy to a strongly industrialized country led to a powerful development of the metallurgy.

The present production capacities are totalling over 15 million tons raw steel, 300 thousand tons aluminium, 58,000 tons lead 70,000 tons copper, 55,000 tons zinc and so on.

The output of the metallurgical industry for the peak year 1989 was : 13,4 million tons raw steel, 260,000 tons aluminium, 33,000 tons copper, 30,000 tons lead, 30,000 tons zinc etc. The achievement of this output made possible the coverage of all internal metal requirements, balancing by direct export the whole hard currency fund of this branch.

In normal working circumstances, the metallurgical industry delivers 60 to 65% of the output for the home market and 35 to 40% of the output goes to the export, providing thus the necessary hard currency for the raw material import, which represents over 90%

feroaliaje, 50% din produsele refractare speciale, 50% din concentratele cuproase, 100% din bauxită etc.

SITUAȚIA ACTUALĂ

În anul 1990, producția industriei metalurgice a fost de circa 70% din cea realizată în anul 1989, iar în anul 1991 de circa 50% din cea realizată în 1989 și de circa 74% din producția realizată în anul 1990.

Diminuarea drastică a producției între anii 1990 și 1991 s-a datorat, în principal :

— neasigurării materiilor prime din import, din lipsa devizelor necesare ;
— problemelor energetice deosebite, apărute în special în perioada de iarnă ;
— pierderii unor piețe externe tradiționale de desfacere pentru produsele românești ;
— problemelor sociale, apărute în alte ramuri ale economiei (minerit, transporturi pe calea ferată ș.a.), cu influențe negative asupra programelor de fabricație din metalurgie ;
— restructurării ramurilor interne, consumatoare de metal ;
— existenței, în unele uzine metalurgice, a unor tehnologii învechite, cu productivitate scăzută și consumuri mari de energie.

Toate aceste cauze au dus la o funcționare inconstantă, cu efecte negative asupra cheltuielilor de fabricație.

Pentru asigurarea cadrului necesar trecerii la economia de piață și asigurarea unui nivel ridicat de rentabilitate și eficiență economică, în prima parte a anului 1991 s-a realizat transformarea întreprinderilor siderurgice în societăți comerciale pe acțiuni. Coordonarea activității tuturor acestor societăți comerciale este asigurată de patru societăți de strategie de tip holding, organizate pe specific de activitate, și anume :

— **„SIDEROM S.A.”**, care coordonează activitatea a 56 societăți comerciale, cu profil de fabricație a laminatelor finite pline din oțel, precum și de construcții-montaj, cercetare-proiectare, comerț exterior, distribuție a produselor și unități conexe ;

— **„ROMTUB S.A.”**, care coordonează activitatea a nouă societăți comerciale, producătoare de țevi laminate și sudate din oțel ;

— **„REFAROM S.A.”**, care coordonează activitatea a 15 societăți comerciale, producătoare de materiale refractare și abrazive ;

— **„CONEF S.A.”**, care coordonează activitatea a 15 societăți comerciale, producătoare de metale neferoase.

În întreaga industrie metalurgică lucrează circa 250.000 salariați, dintre care 170.000 lucrează direct în metalurgia feroasă, 18.000

of the iron ore, about 75% coking coals, 50% ferroalloys, 50% special refractories, 50% copper concentrates, 100% bauxite and so on.

THE PRESENT SITUATION

In the year 1990, the output of the metallurgical industry was about 70% of that achieved in 1989, and in 1991 was about 50% of the 1989 output and about 74% of the 1990 output.

The drastic diminishing of the output in 1990 and 1991 was due mainly to :

— shortages in raw materials imports, due to lack of necessary hard currency ;

— serious energy problems, arising especially in wintertime ;

— loss of traditional outside markets for sale of Romanian products ;

— social problems, arising in other branches of the economy (mining, railway transports etc), with negative effects on the manufacturing programs of the metallurgical industry ;

— restructuring of the home industry that needs metal ;

— the existence in certain metallurgical works of old technologies, with low productivity and high energy consumption.

All these led to operation interruptions, with negative effects on production costs.

To provide the necessary framework for the transition to the market economy and a high level of profitability and economic efficiency, during the first half of the year 1991, the iron and steel enterprises were organised as joint stock companies. The activity of all these companies is coordinated by four holding-type strategy companies, organised on specific activities, i.e. :

— **„SIDEROM S.A.”**, that coordinates the activity of 56 commercial companies, manufacturing compact steel rolled products, also engaged in production and assembly, research and design, foreign trade, sales and other activities.

— **„ROMTUB S.A.”**, that coordinates the activity of nine commercial companies, producing rolled and welded steel tubes ;

— **„REFAROM S.A.”**, which coordinates the activity of 15 commercial companies, producing refractory and abrasive materials.

— **„CONEF S.A.”**, which coordinates the activity of 15 commercial companies, producing nonferrous metals.

The metallurgical industry has 250,000 employees in all, of which 170,000 are employed in the iron and steel -industry, 18,000 in the

în industria materialelor refractare și abrazive, 28.000 mii în societăți de construcții-montaj, 8.000 în cercetare-proiectare și alte activități conexe și 25.000 în metalurgia neferoasă.

Departamentul Industriei Metalurgice, restructurat recent în cursul lunii noiembrie 1991, realizează coordonarea generală a întregii ramuri, cu ajutorul holdingurilor, în probleme privind :

— restructurarea și reorientarea producției pentru adaptarea acesteia la cerințele pieței externe și normelor internaționale de fabricație ;
— modernizarea și retehnologizarea societăților ;
— politica activității de investiții ;
— orientarea activității de cercetare, proiectare, invenții și inovații ;
— centralizarea și urmărirea activității economice și financiare, inclusiv de comerț exterior, urmărindu-se ridicarea competitivității societăților ;
— politica energetică și ecologică a ramurii ;
— participarea statului, ca proprietar majoritar, în conducerea activității societăților comerciale din ramură ;
— atragerea capitalului străin prin obținerea de credite și constituirea de societăți mixte pe acțiuni.

În privința siderurgiei, ponderea procedeelor utilizate, în prezent, în producția de oțel este următoarea : 55% oțel de convertizor, 25% oțel electric și 20% oțel Martin.

Din totalul producției de oțel, oțelurile aliate și aliate superior reprezintă numai 10%, iar ponderea oțelurilor turnate continuu este de circa 40%.

Cele mai importante capacități de producție au fost realizate în perioada 1965—1980, atunci cînd au fost modernizate unitățile existente sau au fost create noi unități pe baza celor mai avansate tehnologii existente, pe plan mondial, la timpul respectiv.

Industria metalurgică, în general, se situa, în perioada 1970—1980, la nivel mondial din punctul de vedere al dotării tehnice. În perioada 1980—1990, atunci cînd s-a întrerupt contactul cu principalele firme mondiale, furnizoare de tehnologii și echipamente, ramura metalurgiei nu a mai putut păstra ritmul de realizare a modernizărilor sau de introducere a unor tehnologii noi. Din acest motiv, această industrie se situează, în prezent, la un nivel mediu, cu unele excepții care depășesc media.

PERSPECTIVE

În marea lor majoritate, dotările și tehnologiile existente ar putea fi aduse la nivelul țărilor avansate în următorii cinci—șase ani,

refractory and abrasive materials industry, 28,000 in building and assembly companies, 8,000 in research, design and other activities, and 25,000 in non-ferrous metallurgy.

The Metallurgical Industry Department, reorganized in November 1991, coordinates the whole branch, with the aid of the holdings, in activities related to :

— the restructuring and reorientation of the production to meet the requirements of the foreign markets and of the international standards ;

— the modernization and revamping of the companies ;

— the investment policy ;

— the guiding of the research, design, innovation and invention activities ;

— the monitoring of the economic and financial activities and of the foreign trade in order to improve the competitiveness of the companies ;

— the energy and environment protection policy of the branch ;

— the participation of the state as the main owner in the leadership of the commercial companies of the branch ;

— attracting of foreign capital, by obtaining credits and forming of joint venture companies.

As regards the iron and steel industry, the shares of the processes presently used in steel making are :

— 55% converter steel, 25% electric steel and 20% Martin steel.

The alloyed and high alloyed steels represent only 10% and the continuously cast steel share is about 40% of the total steel output.

The main production capacities date from the 1965—1980 period, when the existing units were modernized and new ones were built, using the most advanced technologies in the world at that time.

During the 1970—1980 period, from the technical point of view, the Romanian metallurgy was at an acceptable standard, compared to that of the industrialized countries. During the 1980—1990 period, due to ever decreasing contacts with the leading equipment and technology supplying companies, the metallurgical industry couldn't keep the rhythm of modernising and introducing new technologies. This is why this industry is now at an average level with only some exceptions, where the level is exceeded.

OUTLOOK

Generally, the existing equipment and technology could be brought to the level of the industrialized countries during the next 5 to

prin programele de modernizare prevăzute la nivelul fiecărei societăți comerciale.

Prin aceste modernizări nu se urmărește creșterea capacităților de producție actuale. Chiar și prin punerea în funcțiune a Combinatului Siderurgic de la Călărași, care reprezintă o excepție necesară pentru asigurarea unor produse vitale pentru economie (șina grea de cale ferată și profiluri grele), capacitățile totale de producție ale ramurii nu vor crește, deoarece se vor diminua alte capacități, cu tehnologii învechite.

Obiectivele principale ale programelor de modernizare din metalurgie vizează :

— înlocuirea procedeului Siemens-Martin cu alte procedee moderne (convertizoare cu insuflare combinată, cuptoare EOF sau cuptoare electrice) ;
— creșterea ponderii turnării continue și a altor procedee care vor permite reducerea substanțială a consumurilor energetice ;
— creșterea ponderii oțelurilor de calitate superioară prin extinderea procedeelor de metalurgie în oală ;
— dotarea cu noi echipamente a instalațiilor de obținere a metalelor neferoase (cupru, plumb, zinc, aluminiu) ;
— generalizarea aplicării unor tehnologii nepoluante pentru protecția mediului înconjurător etc.

În același timp, se va realiza o schimbare a structurii producției de oțel, pentru adaptarea acesteia la cerințele pieței internaționale și la normele internaționale de fabricație.

Pentru aceasta, se are în vedere modernizarea secțiilor de laminare și, în special, a sectoarelor de prelucrări finale (ajustaje, acoperiri, tratamente termice etc.).

Una din căile principale de realizare a programelor stabilite o reprezintă atragerea capitalului străin în următoarele direcții :

— obținerea de credite externe pe termen mediu și lung, atît pentru procurarea de materii prime, cît și pentru acțiuni de modernizare ;
— constituirea de societăți mixte, atît pentru producție, cît și pentru desfacerea produselor.

În același timp, se va pune accentul și pe cooperarea în producție, atît pe linia unor schimbări compensatorii de produse, energie electrică și gaze, cît și pe realizarea reciprocă a unor operații de processing, pe capacități de producție disponibile.

6 years using the modernisation programs established for each commercial company.

This modernizing effort is not intended to increase the present production capacities. Even by the commissioning of the Călărași Iron and Steel Works, representing a necessary exception for the provision of vital products for the economy (heavy rails for the railroads and heavy shapes), the total production capacity of the branch will not increase because other capacities with old technologies will diminish their activity.

The main goals of the modernizing programs for the metallurgical industry are :

— the replacement of open hearth process with modern ones (combined blowing converters, energy optimizing furnaces (EOF) or electric furnaces ;

— the increase of the share of the continuous casting and of other processes, which allow a substantial reduction of the energy consumption ;

— the increase of the share of the high grade steels by extending the ladle metallurgy processes ;

— to bring new equipments into the plants used in making non-ferrous metals (copper, lead, zinc, aluminium) ;

— the use of mainly pollution-free technologies for environmental protection ;

At the same time, the steel production structure will be changed to adjust it to the requirements of the international market and of the world standards.

In this idea the aim is to modernize the rolling shops and particularly the finishing operations (adjustments, coatings and heat treatments).

One of the main ways of achieving the set programs is to bring the foreign capital by :

— getting long and medium ferm foreign credits, to buy raw materials and to modernize the plants ;

— founding of joint venture companies for production and sale.

At the same time a great importance will be given to cooperation both through compensatory exchanges (barter) of products, electric power and natural gas, and through mutual accomplishing of certain processing operations on available production capacities.

STUDIUL ECONOMIC AL OȚELULUI. ÎNȚELEGEREA CERERII DE OȚEL

ANDRÉ SIGNORA

Economist șef la USINOR SACILOR
Președintele grupului de lucru „OȚEL" la O.N.U.

STEEL ECONOMICS. UNDERSTANDING STEEL DEMAND

ANDRÉ SIGNORA

Chief economist — USINOR SACILOR
President of Steel Working Group O.N.U.

Conceptul de bază al teoriei economiei de piață este acela că cererea pieței orientează producția și nu invers. Sistemul economiei planificate și centralizate are un principiu de bază exact opus. În acest sistem, cineva decide care sînt nevoile pieței și organizează producția în consecință. De fapt, posibilitățile producției dirijează cererea de pe piață.

Toate acestea nu trebuie considerate ca o critică adusă planificării ca atare. Chiar și planificarea centralizată poate fi necesară, în special, în perioadele de criză puternică. Așa s-a întîmplat în Franța în perioada de restructurare de după cel de al II-lea război mondial, cînd puținele resurse existente au fost nevoite să-și găsească o întrebuințare optimă.

Dar planificarea este un instrument, ea nu trebuie să devină o dogmă. Pe măsură ce perioada de criză ia sfîrșit, trebuie lăsată piața să decidă în mod liber.

În orice caz, cel care planifică nu trebuie să decidă, conform unei scări date de valori, care ar fi nevoile pieței : el trebuie să încerce să „ghicească" ceea ce este într-adevăr necesar pe piață. Și, uneori, ceea ce este necesar nu corespunde cu ceea ce crede că este necesar. Acest lucru trebuie acceptat.

Oricum, pentru a anticipa ceea ce este necesar pe piață, trebuie să se înțeleagă mai întîi ce este piața și modul cum funcționează ea. Acesta este exact scopul studiilor economice.

Ce este piața?

Mai întîi, sîntem noi, persoanele individuale, ca dumneavoastră și ca mine, care trebuie să fie libere să decidă dacă și cum își cheltuiesc banii. Preferințele noastre sînt măsurate, în funcție de o scară a prețurilor relative. Noi trebuie să hotărîm cît sîntem de pregătiți să plătim pentru a cumpăra un bun de folosință sau un serviciu și nu altul. Aceasta implică, bineînțeles, condiții de aprovizionare care să le ofere posibilitatea unei alegeri.

Apoi sînt companiile care sînt libere să cumpere sau nu un fel de material, de mașină sau echipament conform cu posibilitățile pe care le

The basic assumption underlying the theory of market economy is that market demand shapes production and not the other way round. The centrally planned economy system has exactly the opposite approach. There, someone decides what the market needs and organizes production accordingly. In fact production possibilities do shape the market demand.

All this must *not* be considered as a criticism of planning as such. Even central planning can be necessary, particularly during a period of severe shortage. This was the case in France during the reconstruction period after World War II, when scarce resources had to receive an optimal allocation.

But planning is a tool, it must not become a dogma. As soon as the period of severe shortage is over, one should let the market freely decide.

In any event the planner must not *decide* according to a given scale of values, what the market should need ; he must try to *guess* what the market really wants. And sometimes what it wants doesn't correspond to what one could think it needs. This has to be accepted.

Anyway, to guess what the market needs or wants, one has to understand what the market *is* and how it works. This is exactly the scope of economics.

What is the market?

First, individuals, like you and me, who must be free to decide whether and how they spend their money. Their preferences are measured by a scale of relative prices. It is up to them to decide how much they are prepared to pay in order to buy such a good or service rather than another. This of course implies that supply conditions allow them the possibility to make a choice!

Then you find companies, who are free to buy or not to buy one kind of material or machinery and equipment, according to what

anticipează pentru piața lor, cu costurile care trebuie comparate cu acelea ale competitorilor, cu rezultatele pe care le așteaptă de la investiția făcută.

Și în ultimul rînd, dar nu cel din urmă, se află autoritățile publice care joacă un rol mai mult sau mai puțin activ în economie, în funcție de alegerea politică a cetățenilor. În orice caz, autoritățile publice trebuie să acționeze după regulile economiei de piață. Principala lor responsabilitate este să adapteze economia la politica monetară, de credit și bugetară.

Deci, pentru a prognoza necesitățile pieței trebuie să se anticipeze modul în care vor acționa cele trei pîrghii de mai sus. Din ce în ce mai mult, economiile din lume sînt interdependente. Aceasta face ca sarcina să fie chiar mai dificilă : trebuie nu numai să se anticipeze cum va acționa piața națională, dar și cum vor acționa diversele piețe interdependente și care ar fi rezultatul.

Toate aceste reguli „foarte" generale se aplică și la economia oțelului, cu unele aspecte specifice pentru această industrie. Înțelegerea comportării trecute și prezente a principalilor actori ai pieței oțelului este destul de complicată. Anticiparea comportării lor, în viitor, este și mai dificilă. Dar economiștii din domeniul oțelului trebuie să facă aceasta detaliat.

Nu este posibil, într-un timp atît de scurt, să se prezinte o trecere în revistă amănunțită privind definiția economiei oțelului. Trebuie să ne limităm la o abordare globală pentru a vedea în ce măsură economia oțelului poate să ajute la soluționarea unei probleme care poate fi interesantă în România astăzi :

„Cît oțel este într-adevăr necesar pentru o economie dată?"

Să începem cu niște cifre bine cunoscute (tab. 1).

Conform IISI, consumul mediu de oțel brut pe cap de locuitor a fost de 416 kg în țările industrializate. Același consum mediu, pentru țările în curs de dezvoltare, a fost de 49 kg. O diferență de aproape 1 la 10.

Aceasta sugerează ideea că consumul de oțel brut pe cap de locuitor este mai mult sau mai puțin legat de nivelul de dezvoltare. Aceasta, în schimb, duce la considerarea consumului

they think their market opportunities will be in the future, what their costs should be, compared to those of their competitors, what kind of return they expect from their investment.

Last but no least, you find the public authorities, who play a more or less active role in the economy, depending on the citizens' political choices. In any case, public authorities should play the game according to the rules of market economy. Their main responsibility is to regulate the economy with monetary, credit and budget policies.

Basically, to forecast what the market wants, you have to guess how those three actors will behave. More and more, world economies are interdependent. This makes the task even more difficult : you have not only to guess how a national market will behave, but how several interlinked markets will behave and what the resultant could be.

All those very general rules apply to steel economics, with some aspects which are specific to this industry. Understanding the past and present behaviour of the main actors on the steel market is rather complicated. To guess how they will behave in the future is even more so. But steel economists have to do that in detail.

It is not possible, in such a short time, to give a detailed view of what steel economics are. We shall limit ourselves to a very global approach, in order to see whether steel economics can help us to answer a question which might be of some interest in Romania today :

"How much steel does a given economy really require?"

Let us start with some well known figures (table 1). According to IISI, the average 1990 crude steel consumption per capita was 416 kilograms in industrialized countries. The same average number for developing countries was 49 kilograms. A difference of almost 1 to 10.

This suggests the idea that crude steel consumption per capita is more or less related to the level of development. This, in turn, leads to consider steel consumption per thousand

Table 1
Tabelul 1

1990 — STEEL CONSUMPTION PER CAPITA

Kilograms of crude steel

INDUSTRIALISED COUNTRIES	= 416
DEVELOPING COUNTRIES	= 49

1990 — STEEL INTENSITY OF GDP

Kilograms of crude steel per 1000 US $ at 1985 prices

INDUSTRIALISED COUNTRIES	= 36
DEVELOPING COUNTRIES	= 64

de oţel pe mia de $ SUA de produs intern brut, care înseamnă aportul de oţel din GDP (produsul intern brut — PIB). Astfel, se va constata o medie de 36 kg pentru ţările industrializate şi 64 kg pentru cele în curs de dezvoltare. O diferenţă de aproape 1 la 2, dar în sens invers celei observate pentru consumul de oţel pe cap de locuitor.

De ce astfel de diferenţe?

După cum se ştie, dacă se pune aceeaşi întrebare către zece economişti, se vor obţine zece răspunsuri diferite, fiecare bazat pe modele sofisticate şi o gîndire aprofundată.

Dar pentru schimbare, să considerăm un model *foarte* simplu şi un model care nu poate fi obiect de dispută (1) :

of US$ of gross domestic product, that is to say the steel intensity of GDP. There you find an average of 36 kilograms for industrialized countries, and 64 kilograms for developing ones. A difference of almost 1 to 2 but in the opposite way of that observed for steel consumption per capita.

Why such differences?

As all of us know : put one question to ten economists and you will get ten different answers, each one based on sophisticated models and deep thinking.

Just for a change, let us take a very *simple* model and a model which cannot be disputed [1]:

$$SI = \frac{SC}{GDP} = \frac{IP}{GDP} \times \frac{SCIP}{IP} \times \frac{SC}{SCIP} \qquad (1)$$

unde : SI este aportul de oţel, aşa cum a fost definit mai sus ;

SC — consumul de oţel ;
GDP — produsul intern brut (PIB) ;
IP — producţia industrială ;
SCIP — producţia industriilor consumatoare de oţel.

Să analizăm cei trei factori ai acestei relaţii incontestabile unul cîte unul.

$\frac{IP}{GDP}$ este ponderea producţiei industriale din PIB.

Cu cît este mai mare această pondere, cu atît este mai mare aportul oţelului în economie. Într-o ţară în curs de dezvoltare, unde activitatea economică este progresiv deplasată de la agricultură şi producţia de materii prime către industrie, acest factor are un efect pozitiv asupra aportului de oţel. Într-o ţară foarte dezvoltată, unde ponderea serviciilor în PIB este în creştere, acest factor are un efect negativ asupra aportului de oţel.

$\frac{SCIP}{IP}$ este ponderea sectoarelor consumatoare de oţel din producţia industrială.

Într-o ţară în curs de dezvoltare, unde industrializarea începe cu infrastructura şi cu industriile tradiţionale „grele" (dar nu acesta este cazul totdeauna), acest factor este pozitiv. Într-o ţară foarte dezvoltată, unde industria este centrată din ce în ce mai mult pe industriile cu tehnologii avansate şi mici consumatoare de oţel, acest factor are un efect negativ.

$\frac{SC}{SCIP}$ este definit în general ca fiind consumul specific.

Where SI = steel intensity as it has just been defined above;

SC = steel consumption;
GDP = gross domestic product;
IP = industrial production;
SCIP = steel consuming industries production.

Let us take the three factors of this undeniable relation one by one.

$\frac{IP}{GDP}$ = the share of industrial production in GDP.

The higher this share, the more steel intensive is the economy. In a developing country, where economic activity is progressively shifting from agriculture and raw materials production to industry, this factor has a positive effect on steel intensity. In a very developed country, where the share of services in GDP is increasing, this factor has a negative effect on steel intensity.

$\frac{SCIP}{IP}$ is the share of steel consuming sectors in industrial production.

In a developing country, where industrialization begins with infrastructure and rather „heavy" traditional industries (this is not always the case), this factor is a positive one. In a very developed country, where industry is more and more focused on hi-tech and low steel intensive industries, the factor has once again a negative effect.

$\frac{SC}{SCIP}$ is generally defined as specific consumption.

Acesta este un factor negativ oriunde, dar poate mai mult în țările dezvoltate decît în cele în curs de dezvoltare.Cauzele acestui impact negativ sînt : îmbunătățirea performanțelor tehnice ale produselor din oțel, ceea ce duce la consumuri mai mici pentru același produs din oțel, la concurență între materiale și la îmbunătățirea productivității.

Toate acestea au fost verificate empiric prin ceea ce se numește „curba intensității de oțel". Această curbă dă un aport de oțel „standard", în funcție de dezvoltarea unei țări, măsurată prin PIB pe cap de locuitor. În etape inferioare de dezvoltare, aportul de oțel din PIB crește. Pe măsură ce dezvoltarea avansează, aportul de oțel devine plat și descrește la niveluri mari de dezvoltare.

Acest aport standard de oțel se aplică oricărei țări, în funcție de tendințele considerate. Dar aportul de oțel poate fi foarte diferit pentru țări care au atins același nivel de PIB pe cap de locuitor.

Să considerăm un exemplu : Germania și Danemarca.

Aportul de oțel în Germania este de 47 kg de oțel la mia de dolari din PIB. Aportul de oțel în Danemarca este de numai 30 kg.

PIB pe cap de locuitor este comparabil, puțin mai mic în Danemarca. Diferența este explicată prin faptul că Germania este mai specializată la nivel internațional în producția și exportul de bunuri cu aport mare de oțel, ceea ce nu este cazul pentru Danemarca.

Această specializare internațională explică aportul mare de oțel al Japoniei (59 kg) și, alături de un nivel mai scăzut de dezvoltare, explică nivelul foarte mare observat în Republica Coreea (155 kg) și în Taiwan (154 kg).

Concluzia acestei analize este că se pot întîlni țări foarte dezvoltate cu un aport scăzut de oțel în PIB.

Acum, ce se întîmplă cu țările din Europa Centrală și de Est ?

Primul lucru care atrage atenția observatorului este nivelul mare al consumului de oțel brut pe cap de locuitor, cu o medie de 487 kg în 1990 și de 547 kg în 1986-1987. Așa cum se poate observa din tabelul 2, România are unul din primele locuri în acest sens din zonă.

O primă explicație a nivelului mare al consumului de oțel pe cap de locuitor în țările din Europa Centrală și de Est este nivelul scăzut al productivității, adică proporția de produse finite față de oțelul brut.

It is a negative factor everywhere, but perhaps more in developed countries than in developing ones. The causes of this negative impact are : improving technical performances of steel products, which lead to less steel weight for the same steel containing product, intermaterial competition and improvement in yields.

All this has been empirically checked with what is called the "steel intensity curve". This curve gives a "standard" steel intensity as a function of the development of a country, measured by GDP per capita. At the lower stages of development, steel intensity of GDP increases. As development improves, steel intensity tends to be flat, and then, decreases for very high levels of development.

This standard steel intensity applies to any country as far as trends are concerned. But the steel intensity can be very different for countries which have reached the same level of GDP per capita.

Let us take an example : Germany and Denmark.

The German steel intensity is 47 kg of steel per thousand $ of GDP. The Danish steel intensity is only 30 kg. The GDP per capita is comparable, slightly higher in Denmark. The difference is explained by the fact that Germany is more internationally specialized in production and exports of steel intensive goods, and such is not the case for Denmark.

This international specialisation explains the high steel intensity of Japan (59 kg) and added to a lower level of development — explains the very high level observed in the Republic of Korea (155 kg) and Taiwan (154 kg).

The moral of this analysis is that you can find very developed countries with a low steel intensity of GDP.

Now, what about the countries of Central and Eastern Europe ?

The first thing which strikes the observer, is the high level of crude steel consumption per capita, 487 kg, as an average in 1990 and 547 kg in 1986—1987. As one can see in the table 2, Romania has a rather high ranking in the region.

A first explanation of this high level of steel consumption per capita in Central and Eastern Europe countries is the comparatively low level of yields i.e. ratio of finished products to crude steel. To avoid double accounting due to exchanges of semiproducts between countries, we used in the past to take all eastern countries together. The order of magnitude of the yield used to be from 0,70 to 0,75, to be

Table 2
Tabelul 2

STEEL CONSUMPTION PER CAPITA

Kilograms of crude steel

EUROPEAN COMMUNITY 1990		CENTRAL AND ORIENTAL EUROPE				
			WITHOUT CORRECTION		CORRECTED OF THE „YIELD EFFECT"	
			1986	1990	1986	1990
GERMANY	540	ALBANIA	85	79	68	63
FRANCE	320	BULGARIA	330	415	264	332
U.K.	292	CZECHOSLOVAKIA	711	655	569	524
ITALY	494	HUNGARY	332	223	266	178
SPAIN	310	POLAND	426	280	341	224
PORTUGAL	269	ROMANIA	529	347	423	278
GREECE	239	USSR	577	542	423	278
TOTAL EC	385	TOTAL	548	487	438	347

Pentru a evita contabilizarea dublă datorată schimburilor de semifabricate dintre țări, noi am considerat în trecut toate țările estice împreună, ordinul de mărime al scoaterii fiind considerat de 0,70—0,75 în comparație cu o medie de 0,90 în cazul Europei de Vest. O mare parte a acestei diferențe este datorată turnării continue.

Aceasta duce la concluzia că, pentru a obține date comparabile potrivit standardelor europene, cifrele corespunzătoare producției țărilori estice trebuie micșorate cu ~20%. Această reducere a fost aplicată fiecărei țări în parte, fără a se ține cont de valorile scoaterii corespunzătoare fiecărei țări.

Astfel, după această corecție, în cazul României, în anul 1986, consumul pe cap de locuitor are o valoare comparabilă cu cele mai mari din Piața Comună (Germania și Italia). Mulți dintre dumneavoastră pot accepta că cifra corespunzătoare anului 1990 trebuie apreciată cu precauție, fiind lipsită de semnificație pentru o economie în condiții normale.

Acum vom afirma că, pentru a face comparații, aportul oțelului în PIB este „mai" semnificativ, deoarece acesta reflectă structura economiei.

Dar, în aprecierea lui întîlnim o mulțime de probleme. Prima se datorează considerării, în țările Europei de Est, a venitului național care nu este, în nici un caz, comparabil cu PIB calculat în țările vestice. A doua problemă: cum se pot compara aceste cifre cînd monedele în care sînt exprimate nu sînt convertibile și au cursuri de schimb nerealiste?

Pornind de la structura populației active și efectuînd cîteva presupuneri și estimări se poate ajunge la concluzia că, în 1987, ordinul

compared to an average in western Europe of about 0,90. A large share of the difference is due to continuous casting.

This brings to the conclusion that, in order to insure comparability with European Community standards, central and Eastern Europe countries figures should be cut by about 20%. This reduction has been applied to every single country on the table, so no account is taken of differences in yields from one country to another.

Still, after this correction, 1986 figures for Romania showed a steel consumption per capita comparable to the highest figures you can find in the European Community (Germany and Italy). Most of you may agree that 1990 figures have to be considered very cautiously and are, hopefully, meaningless for economies in "normal" conditions.

Now we have said that, for the sake of comparisons, steel intensity of GDP is much more meaningful as it reflects the *structure* of economies.

But there we meet a lot of problems. First because central and eastern Europe countries used to publish values of net material product which is in no way comparable to gross domestic product as calculated in western Europe. Secondly, how can you compare such aggregates, when currencies are not convertible and exchange rates quite unrealistic?

Starting from the active population structure, and making quite a number of estimates and assumptions, one can nevertheless come to the conclusion that, in 1987, the order of magnitude of the Romanian GDP must have been between 95 to 115 billions of US $. Quite a range!

de mărime al PIB, în cazul României, ar fi fost cuprins între 95 și 115 miliarde dolari. E o marjă mare de apreciere.

Dacă consumul de oțel raportat a fost de 12,5 milioane de tone, aportul oțelului în PIB al României poate fi estimat între 110 și 130 kg, în comparație cu 58 kg în Spania și Italia și 30 kg în Franța (valori din 1990).

În tabelul 3 este prezentată structura PIB a României în comparație cu a celorlalte trei țări din Piața Comună.

De ce aceste trei țări? Deoarece sînt țări cu o agricultură dezvoltată, deoarece sînt țări turistice și latine.

Analizînd acest tabel se pot face următoarele observații:

— importanța sectorului agricol: 15% din PIB în România, 6% în Italia și Spania și sub 4% în Franța;

— contribuția redusă a serviciilor în PIB din România;

— ca o consecință: contribuția ridicată a construcțiilor, minelor și industriei în PIB din România.

Dacă se reamintește modelul simplu care a fost prezentat mai sus, contribuția importantă a construcțiilor, minelor și industriei în PIB din România explică valoarea mare a aportului oțelului în PIB, în comparație cu celelalte trei țări.

Aceleași rezultate pot fi evidențiate, în cazul celorlalte țări din Europa de Est, cu anumite „nuanțe".

Revenind la România, pot să presupun că întrebarea dumneavoastră favorită ar fi: acest nivel al aportului de oțel este cel optim?

Pe baza cifrelor de acum trei ani răspunsul este nu. Dar, se poate discuta bineînțeles.

Table 3
Tabelul 3

GDP STRUCTURE IN ROMANIA AND SOME EC COUNTRIES (%)

	AGRICULTURE	CONSTRUCTION MINING AND MANUFACTURING	SERVICES	TOTAL GDP
ROMANIA	15	52	33	100
SPAIN	6	34	60	100
ITALY	6	39	55	100
FRANCE	3.5	33.5	63	100

As reported crude steel consumption was 12,5 million tons, the steel intensity of Romanian GDP can be estimated between 110 and 130 kilograms, to be compared with 58 kilograms in Spain and Italy, and 30 kilograms in France (1990 figures).

On table 3, the structure of Romanian GDP is compared with the GDP structure of Spain, Italy and France.

Why those three countries? Because they are rather agricultural countries, because sun and nice landscapes give them the possibility to attract tourists and because they have latin minded populations...

On this table, one can make three observations:

First point: the importance of the agricultural sector: 15% of GDP in Romania, 6% in Italy and Spain less than 4% in France.

Second point: the very low share of services in the Romanian GDP.

Table 4
Tabelul 4

ROMANIA

	1987	% per annum variation	1990	% per annum variation	2010
Gross National Product (billions of US $ at 1985 prices)	105	−4.8	90	4.0 3.0	197 162
Crude Steel Intensity of GNP (kilograms)	120		90		60
Crude Steel Consumption (million tons)	12.7	−13.9	8.1	1.9 0.9	11.8 9.7
Yield	0.81		0.81		0.93
Finished Steel Consumption (million tons)	10.3	−13.8	6.6	2.6 1.6	11 9

Răspunsul este nu și pentru că structura PIB din România nu este cea optimă datorită cotei prea scăzute a serviciilor.

Ce se înțelege prin „servicii"?:

— distribuția și comerțul, asigurările și băncile, sănătatea, turismul, transporturile și comunicațiile, la care trebuie adăugate, bineînțeles, educația și cultura, care de obicei sînt în responsabilitatea statului.

Acum, se poate înțelege foarte clar că agricultura, construcțiile, minele și industria, pe de o parte, și serviciile, pe de altă parte, sînt strîns legate și nu pot exista separat.

Dacă serviciile sînt prea dezvoltate în detrimentul industriei și agriculturii se obține o economie dezechilibrată și va trebui să se investească în industrie pentru a o moderniza, ceea ce este foarte costisitor, așa cum se constată în anumite țări dezvoltate.

Societatea post-industrială pare să fie un vis al economiștilor occidentali care doresc să-și vadă numele în ziare. Este un nonsens.

Dacă industria și agricultura se dezvoltă în detrimentul serviciilor, rezultatul este că produsele nu ajung la consumator, ceea ce înseamnă dezorganizare, risipă, lipsuri. Nu este necesar să dezvolt această afirmație.

Primul aspect: țările Europei de Est și în special România trebuie să aibă, în timpul perioadei de tranziție, o creștere mai importantă a serviciilor comparativ cu industria. Această tendință va aduce aportul oțelului la același nivel cu cel al țărilor occidentale. Aceasta înseamnă că investițiile trebuie direcționate mai mult în sfera serviciilor decît în alte activități. Producția industrială nu trebuie să descrească, dar cel puțin trebuie să crească într-un ritm mai scăzut decît cel al serviciilor și al PIB.

Al doilea aspect: această structură a producției industriale nu pare să corespundă cerințelor prezente și viitoare ale pieței, atît din punct de vedere cantitativ, cît și calitativ.

Se pare că în România ponderea industriei grele este prea mare și că piața liberă va solicita mai multe produse industriei ușoare: Piese de automobil, ambalaje. Pentru a produce aceste bunuri este necesar să se investească în mașini și echipamente. Dar, chiar presupu-

Third point, as a consequence: the comparatively high share of construction, mining and manufacturing in Romanian GDP.

If one remembers the simple model which was commented above, this high share of construction, mining and manufacturing explains the relatively high steel intensity of the Romanian GDP in comparison with the three selected European countries.

The same results can be found in the other central and Eastern Europe countries with — of course — some "nuances".

Coming back to Romania who is, I guess, your favourite topic, the question is: "is this level of steel intensity an optimal one?"

On the figures of three years ago the answer was no. But that can be discussed of course.

The answer was no for two reasons:

The first one is that the structure of Romanian GDP is not an optimal one: the share of services is too low.

What do we mean by "services"? Distribution and trade, insurance and banking, health and welfare, tourism, transports and communication. To which one must add, of course, education and culture, which are usually the responsibility of the state.

Now, one must clearly understand that agriculture, construction, mining and manufacturing, on the one side, and services on the other side, are closely linked and cannot exist separately.

If services are too much developed at the expense of industry and agriculture, you get an imbalanced economy, and you have, sooner or later, to invest in order to update your industry, and that is very expensive, as some very developed countries are experiencing now. The post industrial society seems to be the dream of some western economists eager to see their name in the newspapers. It is pure nonsense.

On the other hand, when industry and agriculture are developed at the expense of services, the result is that production doesn't reach the consumer, which means disorganization, artificial shortage and waste. There is no need to develop this assessment.

First point: Eastern and Central Europe countries, and particularly Romania, should have, during the transition period, a service led economic growth, rather than an industry led one. This will bring their steel intensity more in line with western standards in comparable countries. Clearly this means that investments should be devoted more to services than to the development of other activities. Now this doesn't mean that industrial production must decrease, but at least that it must increase at a lower pace than services and total GDP.

nînd că industria grea va fi în stare să asigure echipamentele necesare, diferența dintre contribuția industriei grele și a celei ușoare, în producția industrială totală, trebuie să scadă.

Singura posibilitate a industriei grele de a evita declinul este exportul, modalitate prin care, în cadrul diviziunii internaționale a muncii, se obține o creștere a aportului oțelului. Acum, trebuie să fim realiști: pentru a obține aceste facilități care să permită lupta în competiția internațională sînt necesare investiții foarte mari sau altfel spus „o mulțime de bani".

În acest moment, observatorul străin trebuie să plece. Acum este momentul hotărîrilor de strategie politică a factorilor de decizie care vor stabili calea de urmat.

La întrebarea: „Care este cantitatea de oțel necesară economiei românești?" nu s-a răspuns încă. Se poate înțelege că răspunsul poate fi obținut numai în urma unor studii serioase și detaliate.

Dar, unora le place să trăiască „periculos". Astfel, să ne asumăm anumite riscuri (tab. 3).

PIB din România, în anul 1987, poate fi estimat la aproximativ 95—115 miliarde $ la prețurile din 1985. Să spunem că la un consum estimat de IISI de 12,7 milioane tone de oțel brut, echivalent și 10,3 milioane tone de produse finite aportul oțelului a fost de 120 kg de oțel brut.

Din 1987 pînă în 1990, potrivit publicațiilor O.N.U., PIB din România a scăzut cu 4,8% pe an, ajungînd la circa 90 miliarde $. Estimările IISI sînt de 8,1 milioane de oțel brut și 6,6 milioane de produse finite. Ceea ce înseamnă un aport al oțelului brut de 90 kg.

Să considerăm acum anul 2010 pentru a evita discuțiile sterile privind perioadele scurte de timp. Să admitem două ipoteze și să presupunem că PIB din România va crește în următorii 20 de ani cu 4 sau 3% pe an. Această creștere va aduce PIB din România pe cap de locuitor la un nivel intermediar între Spania și Italia în anul 1990.

Să presupunem că, în anul 2010, aportul oțelului în PIB va fi comparabil cu cel din 1990 în Spania și Italia, adică aproximativ 60 kg de oțel brut. Putem presupune că scoaterea de oțel în România va atinge în acel moment nivelul standardelor internaționale: 0,92.

The second point is that it is not likely that the present structure of industrial production does fit with what the market will require in the future, quantitatively and qualitatively.

Without entering too much into details, which are better known by the Romanian themselves than by a foreign observer, it seems that the share of heavy industry is too high and that a free market will require more products of light industries: automobile appliances, packaging etc... Of course, to produce such goods, one has first to invest in machinery and equipment. But even assuming that heavy industries will be able to supply adapted equipment, the shift from heavy to lighter industries in total industrial production is bound to happen.

The only way for heavy industries to avoid decline, would be to export. The kind of international specialization which brings steel intensity upward. Now, one has to be realistic: to get state of the art facilities, allowing to fight international competition, means heavy investments that is to say "a lot of money".

At this point the foreign observer has to quit. It is a matter of strategic and political decision and it is up to the responsible people, mainly managers, to decide whether or not this kind of strategy can be followed.

The question: "what is the quantity of steel that the Romanian economy requires?" has not been answered yet. One can understand that this answer can only be conditional and the result of a serious and detailed study.

But one has to live "dangerously". So let us take some risks (table 3).

Romanian GDP can be estimated in 1987 at about 95—115 billion US $ at 1985 prices. Say: 105 to simplify. We saw that, with a consumption estimated by IISI at 12.7 million tons of crude steel equivalent, and 10.3 million tons of finished products, steel intensity was 120 kg of crude steel.

From 1987 to 1990, according to United Nations publications, Romanian GDP has decreased 4.8% per annum, which brings it at about 90 billion US$. IISI estimate of steel consumption is 8.1 million tons of crude steel and 6.6 millions tons of finished steel. This would mean a crude steel intensity of about 90 kilograms.

Let us now consider the year 2010 in order to avoid sterile discussions on short term issues. Let us take two hypothesis and assume that Romanian GDP, during this 20 years period, will increase 4% per annum or 3% per annum (one can easily test other assumptions). This would bring Romanian GDP per capita between 1990 values observed for Spain and Italy.

Let us assume that in 2010 steel intensit. of GDP will be comparable to what is observe

Se poate observa acum rezultatul acestor calcule aproximative în tabelul 4. În anul 2010, în funcție de ipotezele de creștere a PIB adoptate, consumul în România de produse finite din oțel va atinge cu greu nivelul din anul 1987, în cazul cel mai bun dintre cele două analizate.

Economiștilor nu le place să prezinte numere (în special numere privind previziuni) fără a lua măsuri de precauție. Nici acest caz nu constituie o excepție, de aceea trebuie reamintite ipotezele pe care se bazează aceste numere:

— nivelul creșterii previzibile a PIB poate fi discutat;

— luînd nivelul actual al aportului oțelului din Spania și Italia se presupune că în anul 2010 România va avea același loc cu acestea (în 1990) în cadrul diviziunii internaționale a muncii;

— se poate presupune că structura producției și nivelul consumului de oțel în anul 2010 vor fi foarte diferite de cele din prezent.

Există multe alte cauze ale unei aprecieri eronate, se pot aduce multe ale obiecții unei astfel de metode globale și aproximative, dar dacă această lucrare ridică întrebări și se poate constitui ca o bază de discuție între factorii de decizie, rezultatul ar fi satisfăcător pentru autor.

today in Italy and Spain; i.e. about 60 kilograms of crude steel. The Romanian yield will have reached international standards at that time: 0,92.

One can see the results of this very rough calculation on exhibit 4. In the year 2010, depending on GDP assumptions, Romanian finished steel consumption would hardly reach its 1987 level, in the best of the two selected cases

Economists hate to give numbers (particularly forecast numbers) without assorting them with a lot of caveat. There is no exception here and one must remember the assumptions underlying the numbers.

1. The GDP growth forecasts can be disputed.

2. Taking the present level of Spanish or Italian steel intensity means that Romania would have, in 2010, the same international specialization in steel containing products as those two countries in 1990.

3. One can guess that the product pattern of the 2010 steel consumption will be very different from the one observed to-day.

There are many other causes of error, many other objections to the use of such a global and rough method, but, should this lecture raise questions and be a basis for discussions between decisions makers, the result would be satisfactory for the author.

TIBCO '92

SIDEROM S. A. organizează în cadrul Tîrgului Internațional de bunuri de consum TIBCO '92, perioada 28 mai–6 iunie 1992, un stand în cadrul căruia vor expune produse metalurgice pentru populație un număr de 12 agenți economici, printre care **ICEM S.A.** și **GRANTMETAL.** Standul poate fi vizitat zilnic între orele 10 și 18, la parterul pavilionului **S.**

TIBCO '92

COMBINATUL SIDERURGIC SIDERCA S.A. CĂLĂRAȘI ÎN CONJUNCTURA ACTUALĂ A RESTRUCTURĂRII INDUSTRIEI ÎN ROMÂNIA

ING. ION PRISECARU

Director general IPROMET S.A.

ING. CRISTIAN PÂRVAN

Director general SIDERCA S.A. Călărași

SIDERCA S.A. CĂLĂRAȘI IRON AND STEEL WORKS UNDER THE PRESENT CONDITIONS OF ROMANIAN INDUSTRY RESTRUCTURING

ENG. ION PRISECARU

General Manager — IPROMET S.A. Engineering and Designing Institute for the Iron and Steel Industry

ENG. CRISTIAN PÂRVAN

General Manager SIDERCA CĂLĂRAȘI

În prezent, industria românească se află în fața unei opțiuni absolut necesare, și anume **restructurarea.**

Această restructurare este, în acest moment, iminentă și, deși pare brutală, trebuie să se clădească, în principal, pe cerința de bază a economiei de piață : aceea de a produce și valorifica în condiții tehnice și economice profitabile.

În siderurgia românească, dezvoltată, în ceea ce privește capacitățile de producție, mult peste necesitățile economiei naționale, se manifestă tendințe contradictorii.

Astfel, se manifestă dorința de realizare a unor capacități noi, concomitent cu tendințe de conservatorism în modernizarea tehnologiilor și utilajelor, înclinații spre importuri mari de tehnologii și echipamente.

Totodată, sînt abandonate, practic, unele capacități de producere a oțelului, care rămîn nefinalizate — deși în unele privințe sînt unicate atît în țară, cît și în estul Europei, fiind echipate cu tehnologii moderne și eficiente — din lipsa resurselor financiare.

În această ultimă situație se găsește Combinatul Siderurgic Călărași, actuala Societate Comercială SIDERCA S.A. Călărași.

Bazele acestui combinat au fost puse în anul 1977, cînd s-a aprobat realizarea unei prime capacități de 4 milioane tone oțel pe an în două etape :

Etapa I : 0,4 milioane tone oțel pe an, în componența căreia intră următoarele obiective :

— oțelăria electrică cu turnare continuă ;
— laminorul de profiluri mijlocii ;
— secția de construcții metalice.

At present, the Romanian industry is facing an absolutely necessary option which is its restructuring. The restructuring that is now imminent, though it seems brutal, should mainly be based on the principles of market economy of producing and rendering profitable the economy under profitable economic and technical conditions.

In the Romanian steel industry, oversized and overdeveloped as far as the production capacities are concerned, contradictory tendencies are evident. Thus, there is the wish of implementing new production capacities along with a conservatism tendency regarding the existing equipment and technologies modernization and a tendency of large amounts of imports in the field of equipment and technologies.

At the same time, some steel capacities that are unfinished are practically given up, though in some respects they are unique both in Romania and in the East Europe as well, because of lacking financing sources.

The Iron and Steel Works Călărași, the present Commercial Company SIDERCA S.A., is facing the situation described above.

The basis of the Steel Works was set in 1977 when the implementation of a first capacity unit of 4 mil. t steel per year was endorsed in 2 stages :

Stage 1 : 0.4 mil. t steel per year, consisting of the following objectives :

— continuous casting electric steel plant ;
— medium size rolling mill ;
— metallic structures sector.

Acestea au fost puse în funcţiune, eşalonat, între anii 1979 şi 1988.

Etapa a II-a : 3,6 milioane tone oţel pe an, în componenţa căreia intră :

— sectorul furnale, aglomerare, gospodărie de materii prime ;

— uzina cocsochimică (două baterii de cocsificare de mare capacitate) ;

— oţelăria cu convertizoare ;

— fabrica de produse refractare ;

— laminorul de profiluri grele, şină şi semifabricate ;

— laminorul universal de profiluri mijlocii ;

— utilităţile aferente.

Pînă în prezent, au fost proiectate şi sînt executate, în proporţie de cca 80%, lucrările unei subetape de 1,8 milioane tone oţel pe an, care cuprinde :

— depozitele de materii prime şi produse finite ;

— o baterie de cocsificare de 850.000 t/an ;

— fabrica de aglomerare cu o bandă de 500 m^2 ;

— un furnal de 2700 m^3 ;

— o oţelărie cu convertizoare de 180 t şi patru maşini de turnare continuă a blumurilor de secţiune mare ;

— un laminor de profiluri grele şi şină ;

— un laminor universal de profiluri mijlocii ;

— utilităţi aferente.

Programul de producţie pentru fluxul de 1,8 milioane tone pe an cuprinde :

— 350.000 t/an şină de cale ferată ;

— 300.000 t/an profiluri grele ;

— 305.000 t/an profiluri mijlocii şi cu tălpi paralele ;

— 500.000 t/an ţagle rotunde pentru ţeavă.

Valoric, lucrările realizate sînt de circa un miliard de dolari, iar lucrările rămase de executat pentru această etapă sînt evaluate la max. 100 milioane dolari.

Studiile de fezabilitate întocmite, variantele analizate, au demonstrat că acest combinat poate lucra în condiţii profitabile şi că investiţiile necesare pentru terminarea lucrărilor ar fi lipsite de riscuri.

Din multitudinea de variante s-au desprins următoarele :

— Realizarea şi punerea în funcţiune a laminorului de profiluri grele, şină şi semifabricate.

Aprovizionarea laminorului cu semifabricate se poate realiza cu semifabricate de la combinatele din ţară sau din import.

— Realizarea integrală a fluxului de 1,8 milioane tone/an, în condiţii de dotare cu echipamente la nivelul tehnicii mondiale actuale.

Principalii indicatori tehnico-economici, pentru aceste două variante, sînt următorii :

This stage was commissioned, gradually, in 1979—1988.

Stage 2—3.6 mil. t steel per year consisting of :

— blast furnaces, sinter plant, raw materials storing and handling area ;

— coking plant (2 coking batteries of high capacity) ;

— converter steel plant ;

— refractory products plant ;

— semi-finished, rails and heavy profiles rolling mill ;

— related utilities.

Up to now, there have been designed and are in operation or erection for approx. 80% the works of a sub-stage of 1.8 mil. t steel per year consisting of :

— raw materials and finite products storing yard ;

— a coke battery of 850,000 t/year ;

— one strand sinter plant of 500m^2 ;

— a blast furnace of 2,700 m^3 ;

— a steel plant with converters of 180 t and 4 large section blooms casters ;

— medium size profile universal rolling mill ;

— related utilities.

The production program for a yield of 1.8 mil. t per year is consisting of :

— 350,000 t/year rails ;

— 300,000 t/year heavy profiles ;

— 305,000 t/year medium size and parallel sole profiles ;

— 500,000 t/year round pipe billets.

From a valoric point of view the implemented works are of approx. 1.0 billion US dollars, and the works to be performed in this stage are estimated to max. 100 mil. US dollars.

The feasibility studies that have been worked out — in the analysed alternatives — have demonstrated that the Călăraşi Steel Works can work profitably and the necessary investments to finish up the works do not imply risks.

Out of the many alternatives we'll mention the following :

— The implementation and commissioning of the heavy profiles, rails and semi-finished rolling mill. The rolling mill supply with semi-finished products can be achieved from other Steel Works in the country or imports.

— The entire achievement of the 1.8 mil. t/year out put, using equipment at the present world level technology.

The main technical-economic data for the 2 alternatives are the following :

Fiabilitatea Societății Comerciale SIDERCA S.A. este relevată de următoarele aspecte:

— indicatorii tehnico-economici a căror valoare se situează peste nivelul celorlalte unități din țară;

Societatea dispune de un flux tehnologic integrat, începînd cu depozitarea materiilor prime și terminînd cu expediția produselor finite.

Denumirea indicatorului	Variantele 1	2
Fondurile fixe realizate la data de 1.01.1992, mil. lei	21,960	186040
Investițiile de finanțat mil. lei	13670	111786
din care cheltuieli valutare mil. $	3,5	99,55
Total mil. lei	35630	297826
din care cheltuieli valutare mil. $	3,5	99,55
Programul de producție:		
— șină de cale ferată, t/an	350000	350.000
— profiluri grele, t/an	—	300.000
— profiluri cu tălpi paralele, t/an	—	305.000
— țagle-țeavă, t/an	—	500.000
Costurile de producție, mii lei:	28200	115300
— lei/tonă produs	80580	6.3000
— lei/1000 lei producție	818	830
Cheltuielile valutare anuale pentru producție, mil. $	113,000	215,300
Cursul de revenire, lei/$	216,000	202,000
Programul de rentabilitate, %	67,7	75
Durata de recuperare, ani	5,2	8
Locurile de muncă nou create, nr.	480	12990

— societatea este dotată cu tehnologii eficiente, care permit, în continuare, adaptarea cu ușurință a unor tehnici moderne, cum ar fi: injectare de cărbune în furnal; desulfurarea fontei în oală; modernizare, elaborare și turnare continuă etc.;

— poziția geografică a societății comerciale, favorizată de amplasarea la Dunăre, cu o legătură directă prin portul propriu la rețeaua fluvială europeană și Marea Neagră, determină condiții favorabile de transport pentru materiile prime și expediția produselor finite, cu costuri scăzute în comparație cu alte societăți comerciale de profil existente în țară.

Față de celelalte combinate, SIDERCA S.A. prezintă următoarele avantaje:

— cheltuielile de transport sînt cu cca 50% mai reduse;

The Commercial Company SIDERCA S.A. viability is based upon the following advantages:

— Technical-economic data whose value is above the other steel units level;

— The society has a technologic integrated flow, starting with raw materials storage up to finite products dispatch;

— The company is provided with efficient technologies, that easily allow the taking up of modern technologies, such as: blast furnace coal injection, pig iron desulphurization, steel ladle treatment steelmaking and continuous-casting modernization;

INDICATOR	ALTERNATIVE 1	2
Fixed funds achieved at January 1, 1992: mil. lei	21,960	186,040
Financing investments out of which currency expenses mil. lei; mil. US dollars	13,670 3.5	111.786 99.55
Total out of which currency expenses mil. lei; mil. US dollars	35.630 3.5	297.826 99.55
Production program		
— rails (t/year)	350,000	350,000
— heavy profiles (t/year)	—	300,000
— parallel sole profiles (t/year)	—	305,000
— pipe billets (t/year)	—	500,000
Production costs, thousands lei	28,200	115,300
— lei/t product	80,580	63,000
— lei/1,000 lei production	818	830
Currency expenses — production mil. US dollars	113.00	215.300
Total currency contribution mil. US dollars	216.00	202.000
Profitability, %	67.7	75
Recovery duration (year)	5.2	8
New created work places (number)	480	12,990

— The geographic location of the commercial company is a favourable one, on the river Danube, having its own harbour linked to other European rivers and the Black Sea, implying favourable conditions for raw materials transportation and finite products dispatch with low costs in comparison with other similar commercial companies in Romania.

— majoritatea produselor care se vor realiza au caracter de unicat în țară și în zona Europei de Est, piața de desfacere fiind asigurată;

— procesele tehnologice și instalațiile prevăzute permit o integrare energetică, în proporție mai mare față de alte combinate siderurgice din țară.

Cu toate aceste avantaje, Societatea Comercială SIDERCA S.A. Călărași se va afla într-o situație delicată deoarece:

— din investigațiile făcute la toate forurile competente din țară a rezultat că, în acest moment, România nu dispune de posibilități bănești pentru finanțarea lucrărilor pentru terminarea și punerea în funcțiune a combinatului;

— din contactele avute cu firme străine, bănci etc. nu s-a reușit concretizarea, într-o acțiune de colaborare, pentru finalizarea lucrărilor și valorificarea produselor care ar rezulta.

Am dorit ca această expunere să se constituie într-un apel la gîndire și acțiune pentru a salva societatea SIDERCA S.A. Călărași care, prin scurgerea timpului, se distruge fizic și moral.

As compared to other Steel Works, SIDERCA S.A. Călărași presents the following situation:

— Transportation costs are approx. 50% lower.

— This works will be the only producer in Romania and in Eastern Europe for most of its new products; the steel market will thus be assured.

— The technologic process and provided equipment allow an energetic integration in greater proportion than in other similar works.

In spite of all these, the commercial company SIDERCA S.A. Călărași is in a delicate position as:

— The investigations of the competent Romanian authorities showed that for the moment being Romania has not got money to finance the investment works in order to finish and commission the Works.

— The contacts at all levels with foreign companies, banks, a.s.o., have not brought concrete cooperation programs to finalize the works and turn into account the products.

We wanted this exposition to constitute an appeal to thought and concrete action to save this company that undergoes degradation as time goes by.

RESTRUCTURAREA INDUSTRIEI SIDERURGICE ROMÂNEȘTI PENTRU A CONCURA PE PIEȚELE INTERNAȚIONALE ȘI INTERN

RESTRUCTURING ROMANIAN STEEL TO COMPETE ON DOMESTIC AND GLOBAL MARKETS

HANS MUELLER

PROFESOR DE ȘTIINȚE ECONOMICE AL UNIVERSITĂȚII MIDDLE TENNESSEE ȘI CONSULTANT ASUPRA ECONOMIEI ȘI INDUSTRIEI SIDERURGICE – MURFREESBORO, TENNESSEE, S.U.A.

BY HANS MUELLER

PROFESSOR OF ECONOMICS MIDDLE TENNESSEE STATE UNIVERSITY AND CONSULTANT ON STEEL INDUSTRY ECONOMICS (MURFREESBORO, TENNESSEE USA)

Introducere

În urmă cu zece ani, în cercurile siderurgice ale țărilor vestice industrializate, termenul de **restructurare** a industriei siderurgice era mult utilizat, devenind o lozincă. Termenul a implicat o reformă amănunțită a structurii uzinelor industriale și a fost adesea utilizat puțin mai mult decît un eufemism pentru reduceri drastice ale capacității și numărului de salariați. Dar faptul că restructurarea, în acest sens, s-a referit numai la reforma unei porțiuni relativ mici a economiei (implicînd mai puțin de un procent din producția totală și numărul de salariați în economiile naționale respective) punctează o diferență semantică în utilizarea termenului, în privința țărilor vestice industrializate, față de ceea ce privește adaptarea structurii siderurgiei românești la cerințele unui sistem de piață generalizat.

Ceea ce se cerea atunci era numai reforma unei fracții relativ mici a economiei, adică a siderurgiei în cadrul unui mediu al unui sistem economic care funcționa altfel, care era supus unei discipline stricte a forțelor de piață competitive și a legilor predictibile cu privire la conducerea industriilor și firmelor.

Forțele competitive sînt legate de acțiunile rivalilor interni și externi, ale clienților și ale materialelor de substituție.

Legile specifică ceea ce firmele trebuie sau nu trebuie să facă în domenii ca : taxe, contracte, prețuri și tranzacții financiare.

Din contră, ceea ce se cere în România nu este numai reforma structurii industriei siderurgice, ci este o revoluție economică a întregului sistem. Siderurgia este numai o parte a unui sistem mai mare și orice schimbare în siderurgie va depinde de schimbările complementare avînd consecințe atît în plan microeconomic (forța de muncă, transport, apro-

Introduction

Ten years ago, restructuring of steel industries was a much used term, or perhaps slogan, in steel circles of Western industrialized („capitalistic") countries. It usually implied a thorough reform of those industries plant structure and was often used as little more than a euphemism for drastic reductions in capacity and employment. But the fact that restructuring in this sense referred only to the reform of a relatively small portion of the economy — involving less than one percent of total output and employment in the respective national economies — points up a fundamental semantic difference in the use of the term then, in connection with Western industrialized nations, and now, with reference to adapting the structure of Romanian steel to the requirements of a generalized market system.

What was needed then was merely the reform of a relatively small fraction of the economy, namely steel, within an environment of an otherwise functioning economic system that was subject to the strict discipline of competitive market forces and predictable laws regarding the conduct of firms and industries. Competitive forces are related to the actions of domestic and foreign rivals, customers, and substitute materials. Laws specify what firms must or must not do in such areas as contracts, pricing, taxation and financial transactions.

In contrast, what is required in Romania is not merely the reform of steel industry structure. Instead, it is an economic revolution of the entire system. Steel is only part of a larger system and any change in steel will depend on complementary changes effected at both the microeconomic level (labor, transportation and other inputs, market prices, competitive entry and exit of firms) and the macro level (unem-

vizionare, preţurile pieţei etc.), cît şi pe plan macroeconomic (asigurări de şomaj, rata dobînzilor, ratele de schimb valutar). Mediul intern va fi în schimbare constantă, dacă nu chiar revolutivă. Relaţiile externe vor fi, de asemenea, afectate de politica economiei româneşti, ca de exemplu cea cu privire la exporturi. Astfel, o încercare de a creşte producţia românească de oţel prin exporturi mai mari către pieţele vestice, în timpul unei căderi a pieţei, poate fi interpretată de către ţările de destinaţie ca o politică agresivă a „vecinului cerşetor" şi va întîmpina o apărare adecvată sau chiar represalii.

Două interferenţe pot fi stabilite din expunerea precedentă în legătură cu acest seminar:

— Prima: problema semantică — aceasta înseamnă că diferiţi vorbitori vor acorda înţelesuri complet diferite sau viziuni în utilizarea anumitor termeni, ceea ce va face comunicarea dificilă.

— A doua: acesta este punctul în discuţie — fiecare fază sau detaliu al restructurării în România este înconjurată de un număr mai mare de variabile nesigure sau necunoscute decît cele care erau prezente în restructurarea industriei siderurgice acum zece ani, în ţările vestice industrializate, sau de cele care există în ţările care aplică, în prezent, restructurarea industriei siderurgice ca Chile şi Mexic.

Deşi experienţa vestică poate constitui o experienţă limitată pentru ceea ce se întîmplă acum în România, ea poate totuşi să fie de un oarecare interes pentru cei care trebuie să restructureze siderurgia în România.

Această lucrare va începe cu o discuţie a activităţii pieţei oţelului din Vest, în mod special cea a S.U.A., şi apoi va aduce în centrul atenţiei trăsăturile principale ale restructurării siderurgiei în mai multe ţări vestice importante.

Scopul este acela de a demonstra: problemele care se pot ridica în sistemele economice de piaţă care funcţionează în cadrul unor reguli stabilite; răspunsurile politice la aceste probleme din partea conducătorilor, sindicatelor, agenţiilor guvernamentale; imperfecţiunile, care rămîn în activitatea pieţei oţelului şi care, după părerea criticilor, au fost ridicate la întrebarea dacă sistemul este, în mod real, capabil să lucreze cu propriile forţe, adică fără intervenţia, chiar mică, a guvernului.

A doua parte a acestei lucrări va fixa, pe scurt, învăţămintele care pot fi trase din experienţa vestică, în contextul discutării ideilor de restructurare a siderurgiei din România. Se va admite că, în etapa finală a acestui proces, siderurgia din România va trebui să fie capabilă de o competiţie plină de succes, într-o economie deschisă, şi va furniza industriilor consumatoare oţel românesc cu un preţ de

ployment insurance, interest rates, exchange rates). Not only the internal environment will be in constant change, if not upheaval. External relations will likewise be affected by Romanian policies as, for example, with respect to exports. Thus an attempt to increase Romanian steel production by shipping more into Western markets during a global economic downturn may be interpreted by the countries of destination as an aggressive "beggar-thy-neighbor" policy and meet with an appropriate defensive or even retaliatory response.

Two inferences can be drawn from the foregoing preamble in relation to this seminar. First, semantic problems — that is, different speakers attaching entirely different meanings or visions to the use of certain terms — will make communication difficult. Second, and this is a related point, every phase or detail of restructuring in Romania is surrounded by a far greater number of uncertain or unknown variables than was present in the restructuring of steel industries in industrialized Western nations ten years ago or exist even in the ongoing restructuring of steel industries in such developing nations as Chile and Mexico.

Although the Western experience may only be of limited relevance to what is now occurring in Romania, it may nevertheless be of some interest to those who must restructure Romanian steel. This paper will begin with a discussion of the working of Western steel markets, chiefly that of the United States (US), and then highlight the main features of restructuring in several large Western steel industries. Its purpose is to demonstrate, first, the problems that can arise in an economic market system functioning within the framework of established rules, second, the policy responses to these problems by managers, labor unions, and government agencies and, third, the remaining imperfections in the working of steel markets which in the minds of critics have given rise to the question whether the system is really capable to work on its own, that is, without at least occasional government intervention.

The second part of this paper will briefly assess the lessons that may be drawn from the Western experience in the context of discussing ideas for restructuring the Romanian steel industry. It will be assumed that at the final stage of this process Romanian steel will have to be capable of competing successfully in an open economy and supply Romanian steel-using industries with steel of sufficiently

cost suficient de scăzut și o înaltă calitate, cu care aceste industrii, de asemenea, vor concura pe pieţele interne și externe.

PARTEA I

EXPERIENŢA ŢĂRILOR VESTICE

A. Activitatea pieţei oţelului

Pieţele de oţel ale ţărilor vestice au fost supuse întotdeauna unor fluctuaţii severe. Amplitudinea acestor fluctuaţii s-a accentuat în special la mijlocul anilor '70, datorită impactului mai multor factori de destabilizare. Printre aceşti factori se enumeră: sincronizarea mişcărilor ciclice din ţările vestice; o întorsătură descendentă şi marcantă în tendinţa pe termen lung a consumului mondial de oţel; sfîrşitul ratelor fixe de schimb valutar şi activarea legilor comerciale în scopul protejării concurenţei străine a industriilor şi, în special, a industriei siderurgice.

Fluctuaţiile ciclice ale afacerilor

Cuvîntul „ciclu" este oarecum un termen greşit în acest context, sugerînd faptul că descreşterile şi creşterile cererilor, ale profiturilor, ale preţurilor etc., sînt aproximativ egale. Din nefericire pentru producătorii de oţel, perioadele de creştere au fost considerabil mai scurte faţă de descreşteri, începînd cu mijlocul anilor '70. Chiar fără declinul devastator, pe termen lung, foarte multe companii siderurgice, în ultimii 15 ani, au avut de înfruntat dificultăţi în menţinerea unor cîştiguri adecvate.

Pînă la începutul anilor '70, cererile de vîrf, din unele părţi din lume, au fost echilibrate de surplusul de capacitate din alte părţi ale globului (ceea ce explică exportul de oţel din S.U.A. în perioada 1955—1969). De atunci, ciclurile de cerere, în principalele ţări vestice producătoare de oţel şi zonele de consum, s-au mişcat aproape simultan.

Declinul puternic al tendinţei de consum pe termen lung

Repararea stricăciunilor produse în timpul celui de-al doilea război mondial şi trecerea la producerea de bunuri civile, precum şi extinderea mare a transportului internaţional au dus la o creştere anuală a consumului de oţel finit de 5,7% pe o perioadă de 30 ani, de la cel de-al 2-lea război mondial pînă în 1975. Ritmul de creştere al ţărilor vestice a fost de 4,8 procente (fig. 1 — anexă). Între anii 1975 şi 1990, ritmul global a scăzut la numai 1,6 procente. Pentru ţările vestice, procentul a fost de 1,4%. Diferenţa dintre cele două categorii este explicată de creşterea rapidă, în prima perioadă, a consumului de oţel în Europa de Est (inclusiv U.R.S.S.) şi în a 2-a perioadă în China.

low cost and high quality so that those industries can likewise compete in domestic and international markets.

PART I

THE WESTERN EXPERIENCE

A. The Working of Steel Markets

Western steel markets have always been subject to severe fluctuations. The amplitude of these fluctuations has been especially pronounced since the mid-1970s, due to the impact of several destabilizing factors. Among them were the synchronization of cyclical movements throughout the Western World, a marked downward kink in the long-run trend of global steel consumption, the demise of fixed exchange rates, and activation of trade laws for the purpose of protecting industries, steel industries in particular, from foreign competition.

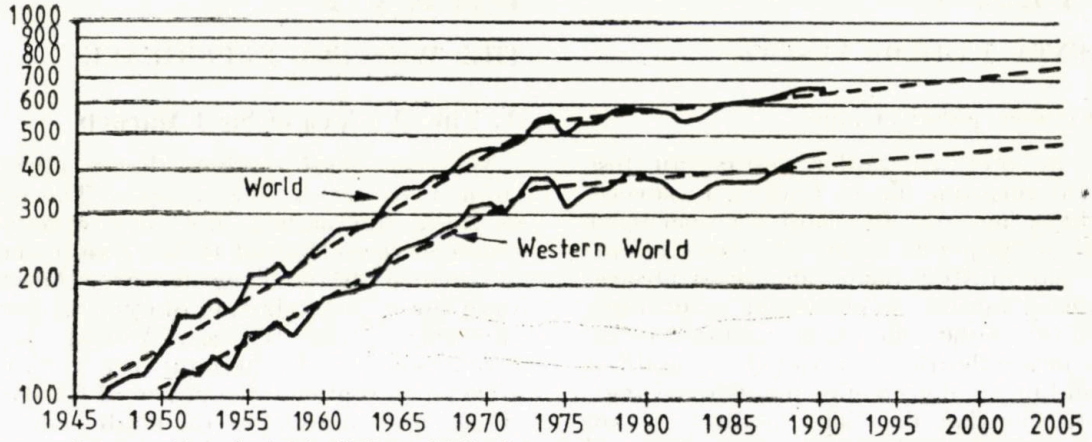
Cyclical Business Fluctuations. The work "cycle" is somewhat of a misnomer in this context, as it implies that upswings and downturns of demand, prices, profits etc. are of roughly equal length. Unfortunately for steel producers, since the mid-1970s the upswings have been considerably shorter than the downturns. Even without the devastating decline in the long-run trend, many steel firms would have experienced difficulties maintaining adequate earnings during the last 15 years. Until the early 1970s, peak demand in one part of the world was at times offset by surplus capacity elsewhere (which, for example, explains export surges of US-made steel in the mid-1950s and late-1960s.) Since then, however, demand cycles in the chief Western steel-producing and consuming areas have moved almost in unison.

Sharp Decline in the Long-Term Consumption Trend. Repair of war damages, catching up with demand for civilian goods, and the greatly expanded use of highway transportation caused global (finished) steel consumption to rise at an annual rate of 5.7 percent during the thirty-year period from the end of World War II until 1975. The corresponding growth rate for the "Western World" was 4.8 percent (see Fig. 1, Appendix). From 1975 to 1990 the global rate declined to only 1.6 percent. For the Western World it was 1.4 percent. The difference between the two categories was chiefly accounted for by faster consumption growth in Eastern Europe (including the USSR) during the first period, and in China during the second.

APPENDIX

Figure 1

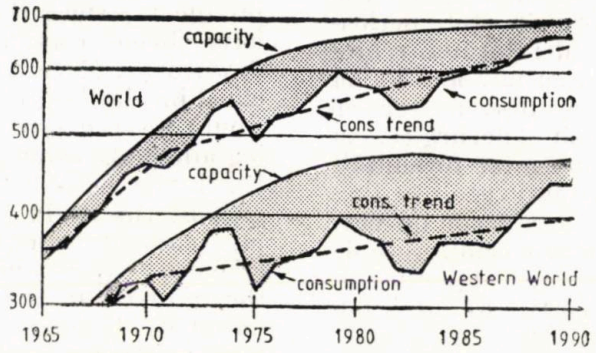
World and Western World Apparent Steel Consumption
(in million metric tons of steel products)



Source. (for actual data) IISI. World Steel in Figures various years: trends and projections by author

Figure 2

World and Western World Steel Capacity and Consumption
(million net tons of steel products)



Note: Capacity = maximum level sustainable an entire year
Consumption = Apparent Consumption
Trend lines based on 1950-1969 and 1969-88

TABLE 1

Apparent Consumption of Steel Products 1970-2000,
By Major Areas
(million metric tons)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Developing Countries	33	54	82	87	114	135	156
Western Europe	120	105	116	106	110	112	113
West. Industrial Countries	290	264	294	281	324	324	325
Western World	323	318	376	370	438	459	481
World	457	495	580	599	650	655	666

Source: IISI, Steel-Statistical Yearbook, various years, and authors estimates.

Ameninţări asupra stabilităţii preţurilor

Datorită naturii instabile a consumului de oţel, cantitatea cererii rareori se potriveşte cu capacităţile de livrare ale producătorilor de oţel. În plus, cererea pentru oţel este destul de neelastică. Lăsînd un procent mai mare de oţel pe o piaţă, se înregistrează o scădere a preţurilor cu mai multe procente.

Producătorii de oţel sînt în permanenţă îngrijoraţi de disciplina preţurilor atunci cînd cererea scade. Cu toate acestea, nu se ivesc probleme atît timp cît producătorii reduc livrările în aceeaşi proporţie cu declinul comenzilor. Dar acest lucru devine dificil atunci cînd multe companii se concurează pe piaţa unui anumit produs * şi este realmente imposibil cînd piaţa este vulnerabilă la valul de import. Producătorii de oţel încearcă uneori să stabilizeze pieţele lor prin coordonarea preţurilor sau a livrărilor, dar în multe ţări o asemenea acţiune concertantă contravine legilor concurenţei naţionale sau antitrust. Pe de altă parte, producătorii au avut deseori succes în acţiunile lor împotriva importurilor.

Preţul oţelului variază în funcţie de puterea cererii, capacităţilor disponibile şi de puterea producătorilor de a limita cantităţile furnizate. Puterea pieţei poate fi şi de partea cumpărătorilor de oţel care pot, de asemenea, influenţa nivelul preţurilor la oţel (de exemplu sectorul industriei de automobile din Europa de Vest şi Japonia).

Înaintea celui de-al 2-lea război mondial, producătorii de oţel din Europa, organizîndu-se în cartele, au încercat în mai multe ocazii să stabilizeze preţul de export. Cu toate acestea, membrii acestor organizaţii nu au fost întotdeauna disciplinaţi în politica lor de preţ de export şi, deşi ferm organizate în fixarea preţurilor, cartelurile s-au prăbuşit în perioadele de recesiuni severe. Unii membri ai cartelului au calculat greşit, în timp ce alţii (cazul cel mai probabil) trişau, în mod deliberat, oferind unor cumpărători preţuri mai joase în scopul de a livra cantităţi suplimentare. Curînd, întreaga structură a preţului s-a prăbuşit, preţurile au căzut sub costul de producţie, companiile mai mari au restrîns drastic vînzările pentru a sus-

* Toate aceste cantităţi trebuie declarate în termeni de categorii specifice de produse siderurgice, în cadrul cărora producătorii individuali pot varia fluxul producţiei lor. De exemplu, o unitate siderurgică mică poate schimba utilizarea fabricii sale între fier beton, oţel rotund pentru plase şi (în unele cazuri) oţel profilat de construcţii. Un producător integrat poate schimba fluxul de producţie între bandă la cald, bandă la rece şi benzi galvanizate.

Puţini producători din ţările industrializate sînt capabili să schimbe, în uzinele lor, produsele laminate plate cu produse laminate neplate. De fapt, capacitatea de livrare a unităţilor siderurgice importante sînt de regulă cu 10—15 procente mai scăzute decît valorile care sînt estimate oficial de asociaţiile siderurgice sau agenţiile guvernamentale.

Threats to Price Stability. Due to the unstable nature of steel consumption, the quantity of steel demanded rarely matches steelmakers' supply capabilities. In addition, the demand for steel is quite inelastic. This means that pushing one percent more steel into a given market may cause prices to tumble by several percent. Steel producers are constantly worrying about pricing discipline when demand weakens. There is no problem as long as all producers cut shipments at the same pace as orders decline. But this becomes difficult when many companies compete in a given product market [1]; it is virtually impossible when the market is also vulnerable to *import surges*. Steel producers sometimes attempt to stabilize their markets by coordinating prices or shipments. But in many countries such concerted action contravenes national competition or antitrust laws. On the other hand, producers have often been successful in their actions against imports.

Steel prices vary with the strength of demand, available capacity, and the presence of market power on the part of producers to limit quantities supplied. Market power on the buying side of the steel — as in the automotive sectors of Western Europe and Japan — may also influence the level of steel prices.

Before World War II, European steel sellers attempted on several occasions to stabilize export prices by organizing themselves into cartels. However, members of these organizations were not always disciplined in their export pricing and even tightly organized price-fixing cartels often collapsed in severe recessions. Some cartel members miscalculated, while others (the more likely event) cheated deliberately by offering some buyers lower prices in order to move additional tonnage. Soon the entire price structure crumbled, prices fell below unit cost of production, and either the larger companies sharply restricted sales,

* All these quantities must be stated in terms of specific categories of steel products, within which individual producers can vary their production flows. For example, a minimill may switch the utilization of its plant between reinforcing bar, wire rod of mesh quality, and (in some cases) light structurals, an integrated producer between HR, CR, and galvanized coil. Few steel producers in industrialized Western countries are still able to switch between flat rolled and non-flat rolled products within their plants. Actual shipment capabilities of major steel industries are usually 10 to 15 percent lower than official estimates made by steel federations or government agencies.

ţine preţurile, iar firmele marginale (cu costuri mari şi situaţie financiară proastă) au fost forţate să iasă din afaceri.

Pierderea puterii pieţei de către marii producători de oţel din S.U.A.

Producătorii de oţel din S.U.A. erau renumiţi şi invidiaţi în lume pentru abilitatea lor de a menţine o disciplină strictă a preţurilor în faţa perioadei de criză. Timp de trei decenii şi jumătate, care au urmat celui de-al 2-lea război mondial, ei au reuşit să crească preţurile mult mai rapid decît majoritatea industriilor constructoare din S.U.A. La mijlocul anilor '60, atunci cînd preţurile înalte au atras un val de importuri, producătorii de oţel au reuşit, prin intervenţia guvernului S.U.A., să negocieze cote cu cei mai mari exportatori străini, şi anume cu Comunitatea Europeană şi Japonia. Coeziunea monolitică a lui „Big Steel" s-a destrămat în dezordinea de restructurare a anilor '80 şi nu a mai fost restaurată. Companiile siderurgice din S.U.A. concură azi viguros asupra preţului, dar rezultatul este acela că multe dintre ele au pierderi mari în perioadele de piaţă slabă.

Surplusul aistrugător din import

Într-un mediu cu o disciplină strictă a preţurilor, cum era în anii '60, surplusul de import a determinat numai pagube limitate. Producătorii interni au tăiat propriile livrări pentru a preveni erodarea structurii preţului de către importuri. Scopul lor cel mai de seamă era să menţină preţurile, deoarece pe pieţele mari siderurgice (cum sînt: Japonia, C.E., S.U.A.), scăderea nivelului preţurilor cu un procent duce la o pierdere mai mare a profitului industriei siderurgice decît renunţarea la un milion de tone de livrări în favoarea importului de oţel, fără a suferi o cădere a preţurilor.

Atunci cînd producătorii interni se concurează între ei viguros, folosind preţul ca un instrument de creştere sau apărare a cotei-părţi din piaţă, reducerea suplimentară de preţ, determinată de o creştere bruscă a volumului de import, lasă piaţa în haos. Producătorii de oţel nu sînt, de regulă, afectaţi de importurile care rămîn constante pe o perioadă mai lungă; astfel de importuri sînt adesea consecinţa specializării internaţionale a produsului sau a costurilor favorabile de transport pe anumite pieţe regionale. În schimb, lor le este frică de creşterea neaşteptată a importurilor, deseori făcută de aşa-numiţii exportatori care „lovesc şi fug".

Utilizarea legilor comerciale pentru a controla importurile

Impactul diverşilor factori de destabilizare asupra comerţului mondial de oţel — o cerinţă ciclică, mare, a reducerii consumului pe lungă

to prop up prices, or marginal (high cost or financially weak) companies were forced out of business.

By-Gone Market Power of the Big US Steel Producers. US steel producers used to be famous and envied in the world for their ability to maintain strict price discipline in the face of severe business downturns. For three and a half decades following World War II, they managed to raise prices more rapidly than the majority of US manufacturing industries. When high prices attracted a wave of imports in the mid-1960s, steel producers succeeded in having the US government intercede for it by negotiating quotas with the largest foreign exporters, the European Community (EC) and Japan. The monolithic cohesion of "Big Steel" fell apart in the restructuring turmoil of the 1980s and has never been restored. US steel companies now compete vigorously on price, with the result that many of them make large losses in a weak market.

Disruptive Import Surges. In an environment of strict price discipline, as in the 1960s, import surges caused only limited damage. Domestic producers simply cut back their own shipments to prevent imports from eroding the price structure. Their most important objective has always been to maintain prices, for in steel large markets (as those of the US, EC or Japan) a one percent across-the-board fall in the price level causes a greater loss to steel industry profitability than giving up one million tons of sales to imported steel without suffering a drop in prices.

When domestic producers already compete vigurously with each other, using price as an instrument for increasing or defending market shares, the additional price cutting caused by a sudden rise in import volume is likely to leave the market in chaos. Steel producers are usually not overly concerned about imports that remain relatively steady over the longer term. Such imports are often the consequence of international product specialization or favorable freight costs to certain regional markets. Instead, as noted above, it is the sudden increase in import volume, often by so-called hit-and-run exporters, that are feared.

The Use of Trade Laws to Control Imports. The impact of several destabilizing factors on global steel trade — highly cyclical demand, a downturn in the long-term trend of consumption, fluctuating currency values and, equally

durată, valorile fluctuante ale valutei și surplusurile din import care rezultă din adăugarea din ce în ce mai multor exportatori — a creat reacții de apărare a celor două piețe, și anume Comunitatea Europeană și S.U.A., față de noii exportatori de oțel.

În cazul în care, în timpul unei crize mondiale, importurile cresc, atunci cînd atît producătorii interni cît și exportatorii străini pierd bani în vînzările lor (vînd sub cost), atunci este probabil ca prețurile de import să fie „sub valoarea acceptabilă", altfel ei amenință interesele producătorilor interni. Cei în litigiu vor fi și mai strîmtorați dacă valuta țării respective este foarte slabă în comparație cu valuta națiunilor exportatoare sau dacă acei exportatori primesc vreo asistență financiară guvernamentală : reduceri de taxe, împrumuturi cu dobîndă redusă sau împrumuturi garantate pe următorii zece ani.

Intervenții comerciale directe

Cererile directe ale producătorilor de oțel către guvernele lor pentru restricții cantitative de import sau prețuri minime la import depind de succesul lor asupra convingerii climatului politic. Asemenea măsuri reprezintă intervenții oarecum grele și cer cooperarea guvernelor exportatoare străine. Legile antitrust nu permit producătorilor să negocieze între ei restricții în livrări sau ca guvernul vreunei țări să negocieze cu exportatorii altei țări.

Legătura dintre litigiu și intervenție

Producătorii de oțel pot, totuși, să acționeze, punînd sub presiuni guvernul lor cu un număr mare de taxe de compensații (antisubsidii) și revendicări antidumping împotriva exportatorilor străini. Dacă acest litigiu presupune o scară largă, așa cum se întîmplă în S.U.A., o decizie pozitivă a respectivelor agenții guvernamentale va afecta o porțiune mare a importurilor totale de oțel. Dacă asupra exportatorilor străini de oțel rezultă restricții semnificative, atunci guvernele străine vor amenința cu represalii comerciale. Guvernul Statelor Unite, dornic să evite un conflict comercial major, cu mulți dintre partenerii săi comerciali, va sugera producătorilor săi interni să retragă cererile lor în schimbul unor cote negociate sau al unor „înțelegeri-restrîngeri valutare".

Aceasta este ceea ce producătorii de oțel ai Statelor Unite doresc să realizeze. Litigiul are scopul principal să prezinte un ultimatum președintelui S.U.A. : ori face față riscului unui război comercial major, ori oferă „soluția" de restricții de import negociate.

important, import surges resulting from the addition of more and more steel-exporting industries — caused defensive responses in the two markets often targeted by new steel exporters, those of the US and the EC.

In the event imports rise during a worldwide recession, when both domestic producers and foreign exporters are losing money on their sales (selling below cost), there is some likelihood that import prices were "below fair value" and that they caused (or threatened to cause) injury to domestic producers. The litigants' hand will be further strengthened if their own country's currency (e.g., the US dollar) is very weak vis-a-vis the currencies of the exporters' nations or if those exporters received any kind of government financial assistance, tax rebate, reduced-interest loan, or loan guarantee during the preceding 10 years or so.

Direct Trade Interventions. Direct appeals by steel producer lobbies to their governments for quantitative import restrictions or minimum import prices depend for their success on the prevailing political climate. Such measures represent rather heavy-handed trade interventions and require the cooperation of the foreign exporters' governments. Antitrust laws do not permit producers to negotiate shipment restraints with each other or the government of one nation to negotiate with the exporters of another.

The Connection Between Litigation and Intervention. Steel producers may, however, choose to pursue the matter by putting pressure on their government with the filing of a large number of countervailing duty (anti-subsidy) and anti-dumping suits against foreign exporters. If this litigation assumes a massive scale, as it usually does in the US, a positive decision by the respective government agencies will affect a large portion of total steel imports. Several foreign governments will threaten commercial retaliation, if the cases were to result in significant penalties on their steel exports. The US government, anxious to avoid a major trade conflict with many of its trade partners, will then suggest to its domestic producers that they withdraw their suits in return for a set of negotiated quotas, or "voluntary restraint agreements".

This is, of course, what the US steel producers wished to achieve all along. The litigation has the primary purpose to present the US President with an ultimatum : either face the risk of a major trade war or offer the „solution" of negotiated import restrains. The Presi-

Președintele va invita guvernele partenerilor de comerț pentru a lua parte la negocieri, atrăgîndu-le atenția asupra faptului că eșecurile lor pot duce la pedepse substanțiale (și uneori prohibite) asupra exporturilor de oțel în S.U.A.

Dezvoltări recente ale Statelor Unite în ceea ce privește importul de oțel

Cu toate că importurile nu au avut sau au avut prea puțin de-a face cu pierderile de 1 miliard $ în 1991 ale industriei Statelor Unite (volumul de import a rămas sub cota plafon datorită puterii scăzute a dolarului), diferite asociații producătoare ale Statelor Unite au continuat să influențeze, în mod intens, o extindere a cotelor dincolo de data planificată de expirare la 31 martie a.c. Ei sînt interesați să evite livrările total neprevăzute, care ar urma după sfîrșitul sistemului actual de cote.

Ritmul în care fabricile mici vor avansa pe piețele de produse plate poate fi vag calculat după cum greu poate fi calculată capacitatea cu care vor ieși producătorii de oțel, în cazul în care ar continua pierderile. Companiile ar mai avea o bază pentru formularea unei politici de investiție, în condițiile amortizării normale a cheltuielilor de capital pentru viitoare investiții. Dar, în cazul în care valul de import poate inunda piața, această bază de investiție dispare.

Trebuie menționat faptul că, în cursul unui an de alegeri prezidențiale, cum este cazul anului 1992, candidații ambelor partide politice vor promite electoratului din statele cu industrie siderurgică mare din Great Lakes (Marile Lacuri) și regiunea Atlantic că dacă sînt aleși ei vor restrînge importurile de oțel, în special dacă rezultatul alegerii pare să fie strîns. În acest caz, poate fi o șansă ca producătorii de oțel susținuți de senatorii și congresmenii lor să poată obține protecția față de importuri fără denunțarea cazurilor de subvenții și dumping.

B. RESTRUCTURAREA MARILOR INDUSTRII SIDERURGICE DIN ȚĂRILE VESTICE

Acum zece ani, marile industrii siderurgice din Comunitatea Europeană, Statele Unite și Japonia, s-au trezit cu o capacitate în exces de 100 mil. t (oțel brut), o mare parte fiind construită pentru a funcționa la unități de prețuri mai mari decît prețurile scăzute obținute pe piață. Pentru a supraviețui au fost nevoiți să revizuiască operațiunile lor și să comită reduceri serioase asupra capacităților și a costurilor unitare (fig. 2) (reducerile capacităților datorîndu-se extinderii industriei siderurgice din lumea a treia). În continuare, se va discuta primordial industria Statelor Unite.

dent will then invite the governments of trade partners to join in the negotiations, indicating that their failure to do so may result in substantial (and in some cases prohibitive) penalties on their steel exports to the US.

Recent US Developments Concerning Imported Steel. Although imports had little or nothing to do with the US industry's losses of about $1 billion in 1991 (import volume remained below the quota ceiling due to the weak dollar), the various US producer associations have continued to lobby intensively for an extension of the quotas beyond their planned expiration rate on March 31 this year. They are no doubt interested in avoiding the total unpredictability of supplies that would follow the demise of the present quota system.

The pace at which minimills will advance into flat rolled markets can be vaguely calculated as can the rate at which steelmaking capacity will exit if losses should continue. Companies would still have a basis for formulating an investment policy in terms of expected returns on future capital expenditures. But when import surges can potentially swamp the market, that basis evaporates.

It should be mentioned that during a Presidential election year, like the year 1992, the candidates of both political parties are likely to promise voters in the large steel states of the Great Lakes and Atlantic regions that, if elected, they will restrain steel imports, especially if it appears that the election outcome will be close. In that case there may be a chance that the steel producers, supported by their Senators and Congressmen, may obtain protection from imports even without first going through the very costly process of filing anti-subsidy and anti-dumping cases.

B. THE RESTRUCTURING OF MAJOR WESTERN STEEL INDUSTRIES

Ten years ago, the large steel industries of the European Community, the United States, and Japan found themselves with over 100 million tons of excess (crude steel) capacity, much of it built to operate at higher unit costs than the low prices then obtainable in the market. In order to survive, they had no choice but to overhaul their operations and bring about significant cuts in capacity and unit costs (Fig. 2, Appendix ; those capacity cuts were in part offset by expansion of Third World steel industries). The following discussion will again focus primarily on the US industry.

Statele Unite

Dificultatea integrării sectorului siderurgic din Statele Unite, care avea o capacitate în exces, a fost agravată de diverși factori. Printre aceștia se află : un număr mare de uzine, prost amplasate și nespecializate, funcționînd cu echipamente învechite ; opunerea sindicatelor la încheierea de contracte cu companiile, pentru anumite reparații și activități de întreținere, pe care companiile le efectuau ; concurența viguroasă a pieților din partea operatorilor de cuptoare electrice (așa-numitele uzine mici) din 1981 pînă în 1985 ; concurența agresivă a țărilor străine pe piața siderurgică și în pieței industriei siderurgice americane datorită supraevaluării dolarului față de valuta celorlalte țări.

În anii '60 și '70, marile firme din Statele Unite au admis retrageri mari contractuale, asistență medicală și anumite obligații față de sindicatele din siderurgie. Aceste concesii i-au încărcat cu datorii mari financiare în anii care au urmat și, astfel, la începutul anilor '80, forța de muncă a trebuit să fie redusă cu mai mult de jumătate. Sindicatele au făcut, de asemenea, concesii în special la plata cu ora și beneficiile „marginale" (introduse în 1989). Mai mult, sindicatul a fost de acord cu modificarea anumitor „reguli de lucru" de obstrucție a eficienței. Dar, chiar și acum sindicatul refuză, în continuare, să cedeze contractărilor anumitor sarcini cu firme din afară.

Uzinele mici s-au extins datorită costurilor scăzute ale curentului electric și ale fierului vechi și datorită ineficienței uzinelor integrate, care au fost forțate să-și micșoreze capacitățile lor. Cota-parte din piață a uzinelor mici a crescut de la 12 procente din piața S.U.A., în 1980, la 18 procente în 1990. Acum ele dețin 100 procente din piața internă de bare din oțel beton, o cantitate mare de bare mici și mijlocii din oțel de construcție și o cantitate, care este în creștere, de benzi și table laminate la cald și rece. Se îndreaptă tot mai mult spre table, bare prelucrate la rece și țevi fără sudură. În majoritatea acestor linii de produse, micile fabrici ale S.U.A. s-au extins pe seama rivalilor din uzinele mari integrate, dar au reușit, totodată, să reducă cota-parte din piața deținută de oțelul importat.

Din 1981 pînă în 1985, dolarul S.U.A. a fost atît de supraevaluat, încît producătorii străini, care aveau o capacitate suficient de mare disponibilă, ar fi putut, în mod conceptual, să preia jumătate din piața de oțel S.U.A. fără violarea legilor antidumping. Datorită distorsiunilor ratei de schimb valutar, exportatorii de oțel din Europa și Japonia ar fi putut să ceară prețuri mai mari cu 50—60 de procente la livrările către S.U.A. față de celelalte piețe ale lumii, însă cotele negociate asupra livră-

The United States. In the US, the integrated steel sector's difficulty with excess capacity was further aggravated by several other factors. Among them were a large number of poorly located and laid-out plants operating much obsolete equipment, labor union resistance to companies engaging outside contractors for certain repair and maintenance jobs, vigorous competition in the long product markets from electric-furnace operators (the so-called minimills), and from 1981 to 1985, aggressive foreign competition in the steel market and in the markets of American steel-using industries due to the greatly overvalued dollar relative to foreign currencies.

In the 1960s and 1970s, the large U.S. firms had conceded large contractual retirement, healthcare and severance obligations to the Steelworkers Union. These concessions burdened them with enormous financial liabilities for many years to come, when, in the early 1980s, their workforce had to be cut by more than half. The labor union also made concessions, especially in hourly pay and "fringe" benefits (restored by 1989). In addition, the union agreed to the modification of some efficiency-obstructing "work rules". But even now, the union is still refusing to yield on the question of contracting out of certain tasks to outside companies.

Helped by low scrap and electric power costs as well as by the integrated mills' inefficiency, the minimills kept expanding at the same time the big mills were forced to shrink their capacity. The minimills' market share rose from 12 percent of the US market in 1980 to 18 percent in 1990. They now account for 100 percent of domestic shipments of reinforcing bars, a large portion of bar and rod, and large structurals and a small but rising share of the market for hot-rolled (HR) and cold-rolled (CR) sheet and coil. They are also moving further into plate, cold-finished bar, and seamless pipe. In most of these product lines, US minimills have advanced not only at the expense of their integrated domestic rivals ; they also managed to push back the share of imported steel.

From 1981 to 1985 the US dollar was so overvalued that foreign producers, who had sufficient excess capacity on hand, could conceptually have taken over half the US steel market without violating the country's antidumping laws. Because of exchange rate distortions, European and Japanese steel exporters could charge 50 to 60 percent higher prices on

rilor din Comunitatea Europeană şi autorestrictiv japoneză au menţinut importurile la un nivel scăzut.

Importurile efectuate de exportatorii lumii a treia au crescut dar au fost menţinute sub control de un grup „mai" general de cote „voluntare", negociate între anii 1984 şi 1985. Cotele sînt valabile şi azi şi pot fi extinse pînă după data lor de expirare: 31 martie 1992.

Cu ajutorul închiderii uzinelor mai vechi, îmbunătăţind eficacitatea celor rămase (prin reducerea liniilor de producţie şi investind echipamente moderne) şi făcînd ca sindicatul să fie de acord în adoptarea unor reguli de lucru mai eficiente, companiile integrate din S.U.A. au realizat cîştiguri semnificative ale productivităţii (de la 11,4 ore de lucru pe tona de oţel livrat în anul 1980 s-a ajuns în 1990 la 6,3 ore/tonă incluzînd şi funcţionarii).

Producătorii de oţel din S.U.A., ajutaţi de slăbirea drastică a dolarului de la 3,30 DM în 1985 la cca 1,50 DM, în prezent au reuşit o „explozie" mare a exporturilor, în special către Canada, Mexic, Japonia şi Asia de Sud-Est.

Comunitatea europeană (CE)

În CE marile firme siderurgice au fost aduse într-o stare de faliment „de facto", dar ele au fost făcute să meargă cu infuzii largi de fonduri guvernamentale. Multe din aceste subsidii au fost eventual aprobate de Comisia CE, cu condiţia ca firmele să facă reduceri importante de producţie. CE, în plus faţă de guvernele naţionale, a acordat, de asemenea, foarte multă asistenţă pentru restrîngerea numărului de muncitori sau reamplasarea lor. Salariaţii mai în vîrstă au fost convinşi cu gratificaţii speciale să accepte o pensionare în avans. În plus, naţiunile membre ale CE au asigurat şomerii, cu mult timp înainte, cu o sumă de siguranţă a neangajatului care beneficiază pentru o perioadă extinsă.

Totuşi, închiderile nu au avut loc într-o atmosferă ordonată. Oţelăriile, în special cele vechi, erau concentrate în cîteva regiuni ca: în jurul oraşului Liège în Belgia, Lorraine în Franţa, districtele Saar şi Ruhr în Germania. Opririle uzinelor masive au condus la demonstraţii violente în acele zone.

Japonia

Cei cinci mari producători de oţel ai Japoniei au reacţionat la scăderea, în 1970, a consumului total de oţel prin echilibrarea capacităţii fabricilor individuale şi semnalarea altora pentru închidere. Într-un fel, industria a fost norocoasă. De fiecare dată a făcut faţă crizelor ameninţătoare, fiind salvată de către o creştere a cererii, mai întîi în China, apoi în alte ţări din Asia de Sud-Est şi, în final, în cea mai

their US shipments than on sales to other parts of the world. But negotiated quotas on EC shipments and self-restraint by the Japanese kept imports from those areas down. Imports from the largest Third World exporters surged but then were held in check by a more general set of "voluntary" quotas negotiated in 1984 and 1985. The quotas are still in effect at this time and may be extended beyond their planned expiration on March 31, 1992.

By means of shutting down their oldest plants, improving the efficiency of the remainder (by means of reducing their product lines and investing in modern equipment) and, having the labor union agree to the adoption of more efficient work rules, the integrated US companies achieved significant productivity gains (from 11.4 total labor hours, including white collar employees, per metric ton shipped in 1980 to 6.3 hours in 1990). Helped by the drastic weakening of the US dollar from 3.30 Deutsche Mark in 1985 to about 1.50DM at the present time, US steel producers have greatly boosted their exports, especially to Canada, Mexico, Japan and Southeast Asia.

The European Community. In the EC, large steel companies were driven into de facto bankruptcy, but were kept going with large infusions of government funds. Many of these subsidies were eventually approved by the EC Comission on the condition that the companies undertake significant cuts in capacity. The EC, in addition to the national governments, also lent a great deal of assitance for retraining and relocating redundant workers. Older employess were persuaded with special bonuses to accept early retirement. Besides, EC member nations have long provided unemployed workers with a safety net of unemployment benefits for an extended period.

Still, the cutbacks did not always take place in an orderly atmosphere. Steel works, especially the older ones targeted for closure, were concentrated in a few regions, as around Liege in Belgium, Lorraine in France, and the Saar and Ruhr districts in Germany. Massive plant shutdowns led to violent demonstrations in those areas.

Japan. The five large steel producers of Japan reacted to the slowdown in global steel consuption in the 1970s by trimming the capacity of individual mills and earmarking others for closure. In a way, the industry was lucky. Each time it faced an impeding crisis, it was rescued by a pick-up in demand, first in China, then in other countries of Southeast Asia, and finally in most of the Western World (1987–89).

mare parte a lumii Vestice ('87—'89). Mai recent, industria beneficiază de un amplu program guvernamental.

Oamenii de afaceri japonezi, de obicei, nu trec la șomaj în timpul perioadelor economice de recesiune. De regulă, ei folosesc perioadele slabe pentru a pregăti muncitorii pentru calificări suplimentare. Uzinele siderurgice mută, de asemenea, salariații în noi domenii de afaceri, în care ei au investit, și chiar îi „împrumută" unor industrii care suferă de o lipsă de forță de muncă, în mod special în industria japoneză de automobile.

More recently, the industry benefitted from a large government spending program in Japan itself.

Japanese businesses usually do not lay-off employees during an economic downturn. They rather use the slack period to train workers for additional skills. Steel companies also moved employees into new lines of businesses in which they had invested and even „lent" them to industries suffering from a shortage of labor, especially the Japanese automobile industry.

PARTEA a II-a

PARALELE ȘI DIFERENȚE ÎNTRE RESTRUCTURAREA INDUSTRIEI SIDERURGICE A ȚĂRILOR VESTICE ȘI ROMÂNIEI

După cum s-a menționat în partea introductivă, dintr-o considerație majoră, experiența României în restructurarea industriei sale siderurgice va fi total diferită de experiența precedentă a țărilor vestice. În țările vestice, evenimentul a avut loc în interiorul unui sistem economic probat cu un cadru larg cunoscut de reguli privind conducerea publică și privată. Cu toate acestea, se pot trage unele învățăminte din ceea ce s-a întîmplat în Vest.

Pregătirea țării pentru șocul social

Mai întîi, după încercări inițiale de a evita terapia de șoc prin căutarea soluțiilor în măsuri de control al importurilor, atît industriile din S.U.A., cît și cele din CE au făcut pasul hotărîtor trecînd la schimbări drastice în structura uzinelor lor. În fiecare caz, aproape 1/3 din capacitatea fizică și pînă la jumătate din forța de muncă au fost eliminate. Impactul social al acestor măsuri incisive a fost, în parte, absorbit de sistemul existent al asigurării șomerilor, precum și prin programe întocmite special, ca rezultat al schimbării condițiilor de producție și al modelului comercial. Totuși, unitățile siderurgice încă au o situație grea. În mod special în S.U.A. ele au contractat obligații financiare grele pe termen lung în legătură cu drepturile la pensii și ajutor medical al muncitorilor pensionați, precum și cu plățile celor cu condiții severe de muncă. După cum s-a menționat mai sus, chiar cu aceste amortizări, în locul absorbirii șocurilor sociale ale schimbărilor industriale ridicate, au avut loc demonstrații muncitorești masive și adesea violente.

Este, prin urmare, de recomandat ca guvernul României să întreprindă un program care să confere, cel puțin temporar (poate pentru un an), un sprijin minim de subzistență pentru

PART II

PARALLELS AND DIFFERENCES BETWEEN WESTERN AND ROMANIAN STEEL RESTRUCTURING

As mentioned in the introduction, in one major respect the Romanian experience in restructuring its steel industry will be totally different from any Western precedent. In the West, the event occurred within a framework of a proven economic system and a widely known set of rules for private and public conduct. Nevertheless, there may be some lessons that can be drawn from what happened in the West.

Preparing the Country for Social Shocks. First, after initially attempting to stave off radical surgery by seeking solutions in import-control measures, both the US and EC industries took the plunge and began to make drastic changes in their plant structure. In each case, about one third of physical capacity and up to one half of the workforce were eliminated. The social impact of these incisive measures was in part absorbed by existing unemployment-insurance systems as well as by programs drawn up especially for the purpose of helping workers that had been replaced as a result of changing business conditions and trade patterns. However, steel firms also bore a heavy burden. Especially in the US, they incurred heavy long-term financial obligations in connection with pension and healthcare rights of retired steelworkers as well as job severance payments. As was mentioned earlier, even with these cushions in place to absorb the social shocks of radical industrial change, massive and often violent worker demonstrations occurred.

It is therefore advisable that the Romanian government undertake a program to provide at least temporary (perhaps for one year) minimum subsistence support to displaced

muncitorii dislocaţi şi familiile lor. Sumele reale de asistenţă trebuie să fie corelate cu diferenţele de cost de viaţă între zone şi oraş/sat.

Numai forţe competitive pot realiza eficienţa pe termen lung

Cazurile de restructurare din S.U.A. şi C.E. se referă la nişte entităţi economice mari, care consumă între 70 şi 100 mil. t de oţel anual, şi ale căror industrii siderurgice au făcut faţă unei concurenţe intensive atît pe piaţa lor internă, cît şi în străinătate. În timp ce concurenţa agresivă poate avea efecte care subminează industriile şi piaţa pe termen scurt, pe termen lung însă s-a dovedit a fi singurul mecanism care este capabil să stimuleze continuu, să desăvîrşească fiecare din sarcinile repartizate lor, incluzînd responsabilităţi privind: achiziţionarea materiei prime, producţia, relaţiile cu muncitorii, pregătirea muncitorilor,calitatea produselor, serviciile clienţilor, mediul ambiant, precum şi profitabilitatea şi sănătatea financiară.

Cînd guvernele dau ajutor unei industrii, fie cu ajutorul unui suport financiar (ca subsidii sau împrumuturi uşoare), fie prin protecţii contra importului (ca : licenţe de import, cote, valută subevaluată etc.), efectul este aproape inevitabil : o slăbire în vigilenţa şi conducerea managerială. În astfel de circumstanţe, directorii vor fi nevoiţi să-şi dirijeze energia, să-şi consolideze relaţiile cu acei politicieni şi oficialităţi guvernamentale care au sub control resursele financiare publice şi politica comercială. Mai tîrziu sau mai curînd, industria va cădea faţă de rivalii străini mai competitivi sau (aşa cum s-a întîmplat în S.U.A., dar puţin probabil în România) va deveni ţinta noilor intraţi în piaţa internă (de ex. miniuzinele).

Este foarte îndoielnic că directorii industriei siderurgice din România au avut şansa să cîştige multă experienţă în arta luării de decizii independente, cu toate responsabilităţile pe care aceasta le implică către salariaţi, beneficiari, acţionari, într-un mediu (societate) în care fac faţă unei presiuni persistente pentru eficienţă mai mare şi, în acelaşi timp, şi unei constrîngerii privind concurenţa asupra preţurilor.

Concurenţa internă este fezabilă numai pentru unele produse româneşti

Consumul în România, pentru unele produse din oţel, nu este destul de mare pentru a admite apariţia unei structuri de piaţă competitivă în viitor. Probabil, în acele categorii ca : oţel beton, rofiluri mici şi calităţi de plase de

workers and their families. The actual amounts of the assistance should be adjusted for regional and urban/rural cost-of-living differentials.

Only Competitive Forces Can Achieve Long-Term Efficiency. The US and EC restructuring cases refer to large economic entities consuming 70 million to 110 million tons of steel annually, whose steel industries for some time have faced intensive competition in their home markets and abroad. While aggressive competition may have disruptive effects on markets and industries in the short run, over the longer term it has proved to be the only mechanism that is capable of spurring managers continually to strive for excellence in each of their assigned tasks, including raw material acquisitions, production, labor relations, worker training, product quality, customer service, environmental responsibility, as well as financial soundness and profitability.

When governments assist an industry, whether by means of direct financial aid (like subsidies or "easy" loans) or via import protection (import licensing, quotas, undervalued currencies, etc.), the effect is almost inevitably a slackening off in managerial drive and vigilance. In such circumstances, managers will be more inclined to train their energies on strengthening their relations with those politicians and government officials who are in control of public financial resources and trade policy. Sooner or later the industry will fall behind its more competitive foreign rivals or (as in the US but unlikely in Romania) become the target of new domestic entrants (e.g., minimills).

It is very doubtful that Romanian steel managers have as yet had a chance to gain much experience in the art of independent decision making, with all the responsibilities this involves toward their employees, customers, and stockholders in an environment in which they face persistent pressure for greater efficiency and, at the same time, competitive restraints on prices.

Domestic Competition is Only Feasible in Some Romanian Product Markets. Romanian consumption of some steel products is not large enough to admit the emergence of a competitive market structure in the future. Probably only in such categories as reinforcing bars, small structurals and mesh quality wire rod will it

sîrmă, va fi posibil să aveţi un număr minim de furnizori, în mod normal trei sau patru, număr cu care este necesar să stimulaţi o comportare competitivă printre vînzători.

După cum a arătat istoria, o structură competitivă nu garantează, în mod automat, o comportare de concurenţă din partea vînzătorilor. Vor fi necesare precauţii pentru a asigura o astfel de comportare; se consideră şi faptul că producătorii nu se vor angaja în înţelegeri deschise sau tacite pentru a ridica, în mod direct, preţurile sau că vor realiza acelaşi obiectiv prin alocarea cotei-părţi din piaţă.

În mod special, această problemă se poate ridica în perioada iniţială de tranziţie cînd, probabil, concurenţa din partea oţelului din import va rămîne supusă restricţiilor. Prin urmare, ar fi necesară stabilirea unor tipuri de oficii de concurenţă (sau agenţie „antitrust"), pentru a întări comportarea competitivă din partea producătorilor. Deoarece România are puţină experienţă privind activitatea sistemelor de piaţă şi cunoştinţe puţine asupra rolului aşteptat din partea directorilor din cadrul acestor sisteme, va fi dificilă găsirea unor persoane care să poată să le întărească în mod judicios.

Pieţe în care concurenţa internă nu este posibilă

Cum să forţezi directorii de firme care produc table, table groase, oţeluri speciale şi profiluri grele, să se străduiască pentru a realiza o eficienţă pe termen lung? Aceasta chiar este o problemă diferită. Avînd în vedere piaţa internă, care este relativ mică pentru aceste produse, şi economicitatea care predomină la scară în producţia lor, nu există spaţiu decît pentru una sau cel mult două firme care să opereze eficient.

Expunerea la presiunea importurilor ar fi singura cale, în acest caz, pentru a realiza un aspect de concurenţă aplicabilă. Dacă importurile rămîn regulate în timpul perioadei de tranziţie, cel mai bun lucru care poate fi făcut ar fi să se înregistreze performanţele uzinelor siderurgice româneşti, cu scopul de a verifica dacă eficienţa costurilor lor nu este în afara cadrului în care operează firme străine, în condiţii de concurenţă. Costurile pe unitatea de produs ale acelor firme străine, care produc produse finite variate (de ex. table quarto, benzi laminate la cald, benzi galvanizate prin scufundare şi benzi electrogalvanizate), ar reprezenta, de fapt, ţelul performanţelor pentru firmele româneşti, care operează într-un mediu protejat şi monopolistic.

Estimarea şi comportarea costurilor unite româneşti

Există două modalităţi de a estima costurile unitare: de „la bază la vîrf" şi de la „vîrf la

be possible to have the minimum number of suppliers, usually three of four, that is necessary to stimulate competitive conduct among sellers.

As history has shown, a competitive structure does not automatically guarantee competitive conduct by the sellers. Precautions will be necessary to ensure that such conduct actually materializes and that producers will not engage in open or tacit agreements to raise prices directly or achieve the same objective by allocating market shares.

This problem may arise especially during the initial transitory period when, presumably, competition from imported steel will remain subject to restraints. There would therefore be a need to set up some type of competition office (or "antitrust" agency) to enforce competitive behavior on the part of producers. Because Romania has little experience with the proper working of market systems and little knowledge of the role expected from managers within those systems, it will be difficult to find persons who are qualified to draw up suitable laws as well as persons who can judiciously enforce them.

Markets in Which Domestic Competition is not Feasible. How to force managers of firms producing sheet, plate, special steels and large structurals to strive for longrun efficiency is quite a different question. In view of the relatively small home market for these products and prevailing economies of scale in their production, there is no room for more than one, at most two, efficiently-operating firms.

Exposure to imports would be the only way in this case to achieve a semblance of workable competition. If imports remain regulated during the transition period, the best that could be done would be to monitor the performance of Romanian steel works in order to verify whether their cost efficiency is not too far out of line with that of foreign firms operating under competitive conditions. Those foreign firms, unit costs of producing various finished steel products (e.g. quarto plate, hot rolled coils, hot dipped galvanized and electro-galvanized coils) would represent the performance goals, or standards, for Romanian firms operating in a monopolistic and protected environment.

Estimating and Comparing Romanian Unit Costs. There are two ways to estimate unit costs, from the "bottom up" and from the "top down." The former method consists of gathering all available information concerning inputs used per ton of hot metal, semifinished steel, and finished steel, then multiplying each

bază". Ultima metodă constă în strîngerea informațiilor disponibile cu privire la intrările folosite pe tona de metal cald — oțel semifabricat și oțel finit — și apoi se înmulțește fiecare cu prețurile lor de achiziție (costul orar al mîinii de lucru, dobînzi pentru capitalul împrumutat, prețuri plătite pentru cărbune, minereu etc.), cu pierderile de producție, creditele pentru deșeuri; dacă adăugați taxele și amortizările se obțin, în final, estimările pentru costul per tonă al producției totale de oțel livrat.

Procesul este laborios dar direct. Totuși, el se lovește de probleme severe de date, în cazul statelor care nu au stabilit un sistem de piață care să funcționeze și a căror valută nu este încă complet convertibilă. În acele circumstanțe, va fi necesar să se realizeze un set de „prețuri umbră", care sînt construite prin metode economice pentru a stimula prețurile pieței.

De asemenea, trebuie să se ia în considerare distorsiunile prețurilor, care predomină intrările, ca rezultat al subsidiilor guvernamentale primite de producătorii de resurse vîndute firmelor siderurgice. Astfel de subsidii tind să facă costurile industriei siderurgice să apară mai mici decît ar fi de altfel în realitate.

Neconvertibilitatea valutei reprezintă un obstacol major în compararea internațională a costurilor unitare între diferite industrii naționale. Dacă ratele de schimb în România deviază, în mod semnificativ, de la paritatea puterii lor de cumpărare, ratele de schimb nu pot fi utilizate ca un instrument de încredere pentru traducerea costurilor unitare din România în valută străină, aceasta fiind selectată pentru a servi ca numitor comun în compararea finală multinațională a costurilor unitare de produs.

Metoda de la „vîrf la bază" constă în găsirea prețurilor FOB pentru diferite tipuri de oțel, scăzîndu-se apoi profitul unitar. Metoda suferă de aceleași probleme ca și precedenta. Prețurile de intrare controlate de guvern, subsidiile diferite nedisponibile pentru industriile străine utilizate în comparația finală, precum și ratele de schimb valutar distorsionate vor aduce erori metodei și înțelegerii ei.

Estimările trebuie să fie comparabile

În cazul în care metodologia și datele sînt corecte, estimările și costul unitar, obținute prin una sau ambele metode menționate mai sus, pot să mai necesite încă unele ajustări pentru diferențele calitative dintre produsele românești și cele străine. Raționamentul — dacă sau cît de mult dintr-o ajustare este justificată — trebuie efectuat de experți sau trebuie să fie bazat pe un studiu de opinii ale cumpărătorilor din lume, care au cumpărat produsele siderurgice în cauză de la o varietate de surse, incluzînd și furnizorii români.

by their relevant acquisition prices (hourly employment costs in the case of labor, interest for borrowing capital funds, prices paid for coal, ferrous inputs etc.), adjust for yield loss and scrap credit, add depreciation and taxes, and finally obtain estimates for total production cost per ton of steel shipped.

The process is laborious but straightforward. However, it encounters severe data problems in nations that have not as yet established a functioning market system and whose currencies are not yet fully convertible. In those circumstances it will be necessary to devise a set of "shadow prices", which are constructed by econometric methods to stimulate market prices.

Also to be taken into account are distortions of prevailing input prices as a result of government subsidies received by the producers of resources sold to steel companies. Such subsidies tend to make the steel industry's costs appear lower than they would otherwise be.

The non-convertibility of currencies presents another major obstacle to a meaningful international comparison of unit costs among different national industries. If Romanian exchange rates deviate significantly from their purchasing power parity, they cannot be used as a reliable device for translating Romanian unit costs into the foreign currency (e.g., the US $ or the Deutsche Mark) that is selected to serve as the common denominator in the final multi-national comparison of unit product costs.

The "top-down" method, which consists of finding fob (explant) prices for various types of steel, and then subtracting unit profit, is afflicted by the same data problems as the first method. Government-controlled input prices, various subsidies not available to the foreign industries used in the final comparison, as well as distorted exchange rates will rob the exercise of some of its meaning.

Estimates Must Be Comparable. In the event that data and methodology are flawless, the unit cost estimates obtained by one or both of the above methods may still require some adjustment for quality differentials between Romanian products and foreign products. Judgement, whether and how much of an adjustment is warranted, must be made by experts or else; it must be based on an opinion survey of buyers around the world who have bought the steel products in question from a variety of sources, including Romanian suppliers.

O soluție secundară foarte bună: compararea productivității

Această metodă necesită estimarea eficienței tehnice a intrărilor specifice — energie, forță de muncă, capital etc. — în scopul comparării rezultatelor cu cele obținute de către alte industrii naționale siderurgice. Estimarea acestei productivități poate fi laborioasă și înșelătoare, în special pentru capital și forță de muncă, și se face cel mai bine pe o perioadă de cinci sau zece ani. Estimările pe perioade mai scurte sînt, uneori, efectuate eronat datorită: impactului grevelor de lungă durată; recesiunilor drastice; utilajelor nevalorificate (pierdute) în timpul modificărilor uzinei etc. De obicei, investițiile în domeniul utilajelor principale se așteaptă să dureze cel puțin o perioadă de 15 sau 20 ani, aceasta putînd duce la un rezultat paradoxal, și anume acela că industriile care funcționează cu utilaje moderne, cum este cazul Japoniei, sfîrșesc cu estimări mari pentru cantitatea de capital utilizat pe tona de oțel livrat (indicînd o productivitate scăzută de capital), spre deosebire de industria Statelor Unite care, investind mai puțin, are încă un drum de străbătut pînă a atinge același nivel de modernizare și calitate a produsului. Pentru a exagera acest punct de vedere al industriei care folosește utilajele pînă la capăt aceasta va primi un punctaj mare pentru productivitatea capitalului.

Productivitatea forței de muncă variază între diferite industrii naționale deoarece, în unele țări, unele procese (elaborarea cocsului, recăptușirea furnalelor și întreținerea utilajelor principale) sînt realizate de către muncitorii companiei siderurgice în timp ce, în alte țări, cocsul poate fi cumpărat de la cocseriile din proprietatea companiilor miniere, iar sarcinile de revizie, întreținere și peisagistică pot fi contractate cu companii independente. Aceasta va spori utilizarea forței de muncă (va reduce productivitatea muncii) în industriile anterioare și va avea un efect opus față de primele.

Mai important este ca comparațiile directe ale productivității muncii să fie efectuate numai între industriile siderurgice naționale, care au costuri pe oră cu salarii similare. Astfel, la o comparare între industriile siderurgice din Statele Unite, Comunitatea Europeană și Japonia, toate avînd costuri cu salarii similare (25 — 28 $), „cîștigătoare" ar fi fără îndoială industria care solicită cel mai scăzut număr de oră-muncitor pe tona livrată. Ar fi absurd ca în comparație să fie incluse industrii ca cele ale Braziliei sau României, ale căror costuri pe oră-muncitor sînt aproximativ o zecime.

Economicitatea minimizării costului duce (în scopul atingerii unui „avantaj comparabil" internațional) la concluzia că o națiune trebuie să utilizeze relativ mai mult din resursele sale abundente și, deci, mai ieftine și mai puțin

A Second-Best Solution: Comparing Productivity. This method requires the estimation of the technical efficiency of specific inputs — capital, labor, energy etc — for the purpose of comparing the results with those achieved by other national steel industries. Estimating such productivity can be laborious and tricky, especially for capital and labor, and is best done over the span of five or ten years. Estimates for shorter periods are sometimes unduly affected by the impact of long strikes, severe recessions, equipment outages during plant modifications etc. Investments in capital equipment are usually expected to last for a period of 15 or 20 years. This can lead to the paradoxical result that industries operating modern equipment, like that of Japan, will end up with high estimates for the amount of capital used per ton of steel shipped (indicating low capital productivity), as compared to the US industry which, because it invested less, still has some way to go before it will reach the same level of modernization and product quality. Or, to exaggerate this point, an industry running its equipment into the ground would receive a high score for its capital productivity.

Labor productivity often varies between different national industries because in some countries such processes as coking, blastfurnace relining, and major equipment maintenance are performed by steel company workers whereas, in other countries, coke may be purchased from pit-head plants owned by coalmining companies while overhaul, maintenance, and landscaping tasks may be contracted out to independent companies. This will increase labor use (reduce labor productivity) in the former industry and have the opposite effect in the latter.

More important is that direct comparisons of labor productivity should only be made among national steel industries having similar employment costs per hour. Thus, in a comparison between the US, EC, and Japanese steel industries, all of which have similar employment costs per hour ($25—$28), the "winner" would no doubt be the industry requiring the lowest number of worker hours per ton shipped. It would be absurd to include industries like those of Brazil or Romania in the comparison whose hourly employment costs are approximately one tenth as much.

The economics of cost minimization mandates that, in order to attain an international "comparative advantage", a nation must use relatively more of its abundant and therefore cheap resources and less of its scarce and therefore high-priced resources. It is not only

din resursele rare și prin urmare scumpe. Nu este numai acceptabil, dar și de dorit, ca națiuni ca Brazilia sau România să folosească un coeficient mai mare de forțe de muncă pe tona livrată decît Statele Unite sau Comunitatea Europeană. În același timp, ar trebui să li se impună producătorilor de oțel din Brazilia și România să folosească mai puține fonduri de capital pe tona produsă decît industriile din Statele Unite și Comunitatea Europeană. Ele pot realiza aceasta prin înlocuirea forței de muncă cu utilaje în diferite procese de transfer de materiale.

Atunci cînd nu este necesar să se crească fondurile de investiții pe piețele private, deoarece finanțarea vine direct de la guvern, deseori capitalul nu este inclus în funcția de maximizare a eficienței. Atît în Brazilia cît și în România, precum și în multe țări din lumea a treia și Europa de Est, fondurile de investiții au fost alocate, în mod istoric, de către guvern, în conformitate cu deciziile centralizate venite de sus ; în aceste situații, taxele de restituire a plății au jucat, în cel mai bun caz, un rol subordonat.

Comparațiile productivității întîmpină mai puține probleme în cazul energiei și al materiilor prime, excepție făcînd națiunile unde aceste resurse sînt neobișnuit de costisitoare sau ieftine. Prețurile mari de energie în Japonia, de ex., au determinat o substituire a capitalului pentru energie cu ajutorul investițiilor din cercetare și dezvoltare și pentru utilaje, ceea ce face posibilă utilizarea gazelor reziduale și economisirea energiei electrice.

Astfel de investiții sînt mai puțin necesare în Venezuela, unde gazele naturale și electricitatea sînt foarte ieftine.

Indicatori suplimentari ai eficienței industriei siderurgice

Pentru o măsură bună, uneori este util să se adauge comparații internaționale ale capitalului forței de muncă și productivității de energie cu clasificări (tabele) de date care, în anumite privințe, pot furniza indicii asupra eficienței totale a industriei siderurgice. Printre ele sînt :

- mărimea cea mai mare și cea medie a uzinelor, furnalelor, atelierelor siderurgice, turnătoriilor și laminoarelor de benzi laminate la cald și la rece, cu alte cuvinte, date care furnizează informații asupra exploatării industriei, a economiei naționale, în comparație cu practica cea mai bună din lume ;
- randamentul (gradul de scoatere) la stadii diferite de producție ;
- proporțiile adoptate ale utilajelor moderne, cum ar fi : injecția cărbunelui în furnale, turbine cu presiunea înaltă, cuptoare cu insuflare la vîrf sau la bază (BOF), diferite tipuri de oale de turnare

acceptable but desirable that nations like Brazil or Romania use a higher ratio of labor per ton shipped than the US or the EC. At the same time, it should be imperative for steel producers in Brazil and Romania to use fewer capital funds per ton of output than the US and EC industries. They can achieve this, for example, by substituting labor for equipment in various materials transfer processes.

When there is no need to raise investment funds in private markets, because financing comes directly from the government, capital is often not even included in the efficiency maximizing function. In both Brazil and Romania, as well as in many other Third World and East European countries, investment funds have historically been allocated by the government according to a highly centralized decision making process, in which rates of return played at best only a subordinate role.

Productivity comparisons encounter fewer problems in the case of energy and raw materials, except for nations where these resources are priced unusually high or low. High energy prices in Japan, for example, brought about a substitution of capital for energy by means of investments in R&D and equipment that makes it possible to utilize off-gases and economize electric power. Fewer such invest ments are needed in Venezuela, where natural gas and electricity are very cheap.

Additional Indicators of Steel Industry Efficiency. For good measure, it is sometimes helpful to supplement international comparisons of capital, labor and energy productivity with tabulations of data that in some respect may provide clues about the overall efficiency of a steel industry. Among them are (1) the largest as well as the average size of plants, blast furnaces, steel shops, casters, and HR and CR strip mills — in other words, data that provide information about industry's explotation of economies of scale as compared to "best world practice — (2) yield at different stages of production, and (3) adoption rates of modern equipment, such as coal injection in blast furnaces, top pressure turbines, top and bottom blown BOFs, different types of ladle and degassing practices, slab, bloom, and billet casting, hot charging, direct rolling,

și de practici de degazare, turnarea slebu-rilor, a blumurilor și a țaglelor, dozarea caldă a șarjei, laminarea directă, AGC, CVC și alte practici moderne de lami-nare, în plus față de alte procese tehno-logice care, după părerea mai multor experți, ajută la furnizarea unor informații despre eficiența probabilă (sau a lipsu-rilor) a unei uzine siderurgice, a firmelor și a întregii industrii.

Mai mult, rezultate în ceea ce privește efi-ciența uzinelor și a firmelor pot fi cîștigate prin obținerea de informații detaliate despre amplasarea lor față de la materiile prime și cum-părători și a accesului la liniile de cale ferată, rîurile navigabile sau la porturile cu ape de adîncime. În final, este întotdeauna util să se cunoască cîteva informații istorice în ceea ce privește : ritmul de dezvoltare (extin-dere) a capacității, disciplina forței de muncă (greve, absențe), cifra de afaceri, satisfacerea cumpărătorilor cu produse de calitate și orice alte date care pot vorbi despre eficiența ope-rațiilor trecute și prezente ale uzinelor și fir-melor care sînt incluse în industria siderurgică a unei țări.

Cu toate acestea, trebuie amintit faptul că, deși toate aceste informații — de la productivitate pînă la detalii de utilaje — sînt utile într-un anumit fel în întregirea imaginii asupra performanțelor industriei, „linia de bază" rămîne la costul unitar. Singurele informații, care sînt într-adevăr cruciale pentru o evaluare convingătoare a performanțelor industriei, privesc calitatea produsului și service-ul acordat clienților.

Criterii pentru restructurarea siderurgiei românești

Costurile unitare și productivitatea dezvăluie o cantitate considerabilă de informații asupra modului pozitiv în care o industrie acti-vează în cursa mondială de concurență. Asemenea informații furnizează concluzii insti-tuțiilor financiare și băncilor asupra perfor-manțelor uzinelor individuale, față de pro-ducătorii mondiali de vîrf. Aceste cunoștințe furnizează cel puțin o bază preliminară pen-tru a lua hotărîrea de a salva sau nu o uzină. Întrebarea crucială nu este dacă o uzină poate fi făcută să fie eficientă din punct de vedere tehnologic. Există mulți furnizori de utilaje în Comunitatea Euro-peană și Japonia, care ar fi dornici să rea-lizeze acest lucru. Cu ajutorul garanțiilor corespunzătoare ale guvernului, ei ar fi dispuși să adune, în acest scop, sume mari de credite.

Din nefericire, după cum a arătat experiența anilor '70 și '80, o asemenea investiție elegantă poate echivala cu aruncarea unor bani buni pe fereastră. Uzina Fontana a grupului Kaiser Steel, Divizia Wisconsin Steel a firmei Harvester International, uzinele din Chicago ale companiei

AGC, CVC, and other modern rolling mill practices, in addition to other processes that, in the opinion of a panel of experts, help pro-vide information about the likely efficiency (or its lack) of steel plants, firms and entire industries.

Further, insights concerning the efficiency of plants and firms can be gained by obtaining detailed knowledge about their location with respect to raw materials and customers and about access to railroads, navigable rivers or deepwater ports. Finally, it is always helpful to have some historical information concerning rates of capacity expansion, labor discipline (absenteeism, strikes), turnover of top mana-gers, customer satisfaction with product quality and whatever else may shed light on the effi-ciency of past and present operations of the plants and firms comprising a national steel industry.

It should be remembered, however, that although all this information — from input productivity to equipment detail — is in some way useful in rounding out the picture about an industry's performance, the "bottom line" remains unit cost. The only other pieces of information that are really crucial to a conclu-sive evaluation of industry performance concern product quality and customer service.

Criteria for Romanian Steel Restructuring. Unit cost and productivity reveal a considerable amount of information about how well an industry is doing in the global competitive race. Such data also provide banks and other finan-cial institutions with insights about the per-formance of individual plants in relation to the world's top producers. That knowledge provides at least a preliminary base for making a determination whether or not a plant is worth rescuing. The crucial question is not whether a plant can be made technologically efficient. There are many equipment suppliers in the EC and Japan who would be eager to accomplish that. With appropriate government guarantees, they would even be willing to round up large amounts of credit for the purpose.

Unfortunately, as the experience of the 1970s and 1980s has shown, such an investment spree can amount to throwing good money after bad. The Fontana plant of Kaiser Steel, the Wisconsin Steel Division of International Har-vester, the Chicago plants of US Steel and

Steel, Republic Steel şi alte numeroase uzine din Comunitatea Europeană sînt exemple de fabrici care erau deja muribunde atunci cînd proprietarii lor au decis să investească în ele sute de milioane de dolari. Precum jucătorii de noroc pe linia de pierdere, producătorii de oţel au investit fonduri în plus în uzine costisitoare, în speranţa disperată că o întoarcere a pieţei îi va readuce, în cele din urmă, la profituri.

În mod asemănător, sindicatele de multe ori au calculat greşit, refuzînd să facă concesii asupra salariilor pentru că ele au crezut că companiile minţeau atunci cînd ameninţau că vor pune capăt hemoragiei financiare şi vor închide activitatea.

Întrebarea crucială este dacă fiecare dolar sau leu investit în uzine va fi înapoiat cu profit dincolo de perioada de tranziţie de cinci sau şase ani, adică, după perioada în care fabricile pot fi ţinute în viaţă, în mod artificial, prin intermediul asistenţei financiare a guvernului şi a controlului importului.

Siderurgia românească este puternic marcată de moştenirea trecutului. În mare măsură la capriciul unui dictator, capacitatea industriei a fost extinsă cu mult faţă de cerinţele ţării. Deciziile prevăzute de investiţii, bazîndu-se pe o autoamăgire, prevederi optimiste ale consumului intern de oţel şi pe speranţe false asupra ocaziilor favorabile de export, ar proiecta în viitor numai consecinţele unei erori originale. Acesta ar fi un exerciţiu a cărui neseriozitate ar lipsi proiectele mai valoroase de finanţare.

În economia de piaţă, investiţiile sînt alocate industriilor care promit cel mai mare grad de amortizare asupra acestor investiţii. Selecţia este efectuată de multe persoane, majoritatea lor fiind familiarizate cu ocaziile favorabile de export şi de vînzare a industriilor care sînt finanţate.

Guvernul român poate, pe o anumită perioadă, să încerce să simuleze procesul pieţei prin alocarea de fonduri, încercînd să sorteze proiectele care ar putea să producă cele mai mari venituri. Pe termen lung, proiectele care pot fi efectuate în costuri — de operare eficientă (comparate cu contrapartenerii străini) — vor arăta, de asemenea, creşterea cea mai rapidă şi vor crea un număr mare de slujbe.

Din contră, încercînd să realizeze crearea de locuri de muncă sau să conserve locuri de muncă, criteriul de investiţie primară ar fi o greşeală gravă. Punînd căruţa înaintea calului, poţi ajunge la costuri înalte, la procese ineficiente care vor necesita, pentru mulţi ani, subvenţii sau protecţia importului. Cu cît este mai mare industria, aceasta fiind obiectul unei asemenea politici de conducere eronată, cu atît mai mult va fi afectat

Republic Steel, plus numerous plants in the EC are examples of mills that were already moribund when their owners decided to invest hundreds of million dollars in them. Like gamblers on a losing streak, steel producers sank additional funds into high-cost plants in the desperate hope that a market upswing would eventually restore even marginal facilities to profitability. Labor unions similarly miscalculated in a number of instances by refusing to make wage concessions because they thought the companies were bluffing when the latter threatened to put a stop to the financial hemorrhage and to shut the operations down.

The crucial question is whether each dollar or leu invested in plants will be returned with a profit far beyond any five or six year transition period, that is, beyond the period during which operations may be kept artificially alive by means of government financial assistance and import controls.

Romanian steel is heavily weighed down by the legacy of its past. Largely at the whim of a dictator, the industry's capacity was expanded far beyond the nation's requirements. Basing present investment decisions on self-deluding, optimistic forecasts of domestic steel consumption and false hopes about export opportunities would only project the consequences of the original error farther into the future. It would be an exercise in futility that would deprive worthier projects of funding.

In a market economy, investments are allocated to industries promising the highest return on those investments. The selection is made by many persons, most of whom are thoroughly familiar with the selling and exporting opportunities of the industries being financed.

The Romanian government can, for a limited period, attempt to simulate the market process of allocating funds by trying to sort out the projects that are likely to generate the highest returns. Over the longer run, projects that can be made into cost-efficient operations — compared to foreign counterparts — will also show the fastest growth and create the largest number of jobs.

In contrast, to make job creation, or job conservation, the primary investment criterion would be a grave mistake. By putting the cart before the horse, such a policy can be expected to lead to high-cost, inefficient operations that for years will require subsidies or import protection. The larger the industry that is the object of such a misguided policy, the greater will be the number of jobs and

numărul de locuri de muncă și al constituenților politice și cu atît mai greu se va repara greșeala în anii următori.

Dezvoltînd un model sau un sistem pentru a evalua simultan toate ocaziile favorabile de investiție în România, aceasta ar putea fi o sarcină imposibilă pentru orice agenție guvernamentală. Există puțini experți care cunosc, în mod egal, toate activitățile economice dintr-o țară, de la agricultură la minerit, industrie și servicii. Numai o piață financiară bine organizată va fi capabilă să conducă în mod eficient această sarcină.

Propunere pentru un program comun al celor două sectoare industriale

Atunci cînd administratorii publici iau decizii, ar trebui să fie capabili să gîndească în termeni mai largi, dincolo de granițele unei singure industrii.

Ei ar trebui să rețină, de exemplu, că siderurgia este, în primul rînd, o industrie de servicii, principalul ei obiectiv fiind de a satisface nevoile unui sector industrial mult mai mare al economiei naționale care folosește oțelul. Ar fi deci rațional, precum și realizabil, să se considere aceste două sectoare complementare (siderurgia și industriile consumatoare de oțel) într-o investigație comună în ceea ce privește cerințele lor de restructurare și de investiție

Dacă este posibil, ambele sectoare ar trebui să fie restructurate concomitent. În opinia unor observatori, actuala recesiune mondială în siderurgie ar putea justifica acordarea unui tratament preferențial industriei constructoare de mașini și să închidă și să pună la naftalină capacitățile siderurgice care nu sînt necesare pentru acest moment. Alții ar putea deja sprijini închiderea unei părți mai mari din capacitatea industriei siderurgice românești și să se bizuie pe o extindere mai mare pe piața mondială pentru livrările necesare de oțel, în special avînd în vedere prețurile reduse, disponibile pe această piață. Cu toate acestea, o astfel de politică va expune mai tîrziu mulți din consumatorii români de oțel la mișcările de prețuri internaționale. Păstrînd o capacitate siderurgică mai mare pe teritoriul românesc, aceasta ar facilita probabil o cooperare mai strînsă între consumatorii și producătorii interni de oțel, făcînd posibilă angajarea unor contracte de livrare de lungă durată și, astfel, să reducă expunerea la volatilitatea prețurilor.

Dacă guvernul român ar aborda o astfel de politică de unire a celor două sectoare, el ar putea lua în considerare colaborarea cu consultanții firmelor care au acumulat multă experiență atît în siderurgie, cît și în industria constructoare de mașini, cum este cazul firmelor : Thyssen, Krupp, Kloeckner și Hoesch din Germania, precum și NKK și Kobe din Japonia.

political constituents affected by it and the harder it will be to undo the mistake in later years.

Developing a model, or system, for simultaneously evaluating all investment opportunities in Romania may be an impossible task for any government agency. There are few experts who are equally knowledgeable of all economic activities in a nation, from agriculture, to mining, manufacturing, and services. Only a well-organized financial market will be able to manage this task efficiently.

Proposal for a Joint Two-Sector Program. Nevertheless, even public administrators should be able to think in broader terms than the boundary lines of a single industry, when they make policy decisions. They should keep in mind, for example, that steel is primarily a service industry, its chief objective being to serve the needs of the much larger steel-using sector of the national economy. It would therefore seem sensible as well as manageable to consider these two complementary sectors, the steel and steel-using industries, in a joint investigation as regards their restructuring and investment needs.

If at all possible, both sectors should be restructured at a similar pace. The present global recession in steel might, in the view of some observers, justify giving preferential treatment to manufacturing, and to shut down and perhaps mothball steelmaking capacity not needed at this time. Others may favor shutting down yet a larger proportion of Romanian steel capacity and relying to a larger extent on the world market for necessary steel supplies, especially in view of the bargain prices available in that market. However, such a policy will later expose many Romanian steel users to the gyrations of international prices. Keeping more steel capacity on Romanian soil would probably facilitate closer cooperation between domestic steel users and producers, making it possible for them to engage in long-term delivery contracts and thereby reduce exposure to price volatility.

If the Romanian government should embark upon such a joint two-sector policy, it may consider working with advisors from firms that have accumulated a great deal of experience in both steelmaking and steel-using manufacturing as e.g., Thyssen, Krupp, Kloeckner and Hoesch of Germany and NKK and Kobe of Japan. Some of these firms, and

Unele din aceste firme, precum și alte întreprinderi străine pot fi eventual convinse să intre cu capital (societăți mixte) într-unul sau în ambele sectoare.

Specializarea și comerțul liber promovează dezvoltarea economică

Politicienii din Școala Mercantilistă tind să privească importurile ca o forță de dezmembrare, care absoarbe puterea de cumpărare internă și reduce folosirea forței de muncă. Multe națiuni, în special din lumea a treia, au subscris la acest fel de a gîndi. Noțiunea de „substituirea importului" a dirijat politica lor de dezvoltare. Drept consecință, sume enorme de resurse financiare greu de obținut au fost investite în industrii care mai tîrziu s-au arătat a fi incapabile să devină competitive internațional sau să supraviețuiască fără subvenții și o protecție față de import.

După decenii de astfel de harababură economică (predominantă în America Latină), a devenit evident faptul că națiunile care s-au concentrat numai pe promovarea acelor produse în care ele erau sigure că vor cîștiga un avantaj prin comparație, importînd în schimb alte produse, au înregistrat un ritm de creștere mai înalt față de națiunile care s-au concentrat pe politici de substituire a importurilor. Coreea de Sud, Taiwanul și Singapore au înregistrat un mare succes în politica lor de a pune accent pe comerțul în ambele direcții, deși ele sînt aproape total lipsite de resurse naturale. Substituirea importului a devenit în mod special păgubitoare atunci cînd guvernele au intervenit, în mod persistent, în luarea deciziilor de conducere, ca în cazul firmelor siderurgice integrate din America Latină. Mărimea acestei pagube poate fi judecată prin sumele jalnice obținute din recentele licitații de vînzare a firmelor siderurgice publice care au înghițit anterior milioane de dolari din fondurile de investiții.

Toate națiunile est-europene, inclusiv România, sînt într-o situație de comerț exterior cu o dublă problematică, deoarece ele și-au orientat o bună parte a dezvoltării economice spre comerțul cu blocul CAER, neglijînd între timp să dezvolte o capacitate de export susținută pe piețele din Vest. Datorită evenimentelor recente, aceste țări trebuie să întreprindă o reorientare de 180 de grade în direcția fluxurilor de comerț. Din nefericire, nimeni nu știe, acum, cît timp le va lua țărilor Europei de Est și noilor republici din fosta U.R.S.S. să-și reclădească economia și să reaprindă comerțul dintre ele.

Protejări împotriva valului de import distrugător

În același timp, nu este încă sigur care dintre industriile construite în conformitate cu criterii care nu au considerat piața pot other foreign enterprises as well, may eventually be persuaded to enter into partnerships (joint ventures) into one or both of the two sectors.

Specialization and Free Trade Promote Economic Development. Politicians of the Mercantilist School tend to regard imports as a disruptive force that absorb domestic purchasing power and reduce employment. Many Third-World nations, in particular, used to subscribe to this way of thinking. The notion of "import substitution" guided their development policies. As a consequence, enormous amounts of scarce financial resources were invested in industries that later revealed themselves to be unable to become internationally competitive or to survive without life-supporting subsidies and import protection.

After decades of this kind of economic muddle (prevalent in Latin America), it became obvious that nations focusing instead on the promotion of only those products in which they were certain of gaining a comparative advantage, while importing other products, scored considerably higher growth rates than nations concentrating on import substitution policies. South Korea, Taiwan and Singapore were highly successful in their policy of emphasizing two-way trade, although they are almost totally devoid of natural resources.

Import substitution became especially wasteful when governments interfered persistently in managerial decision making, as in the case of integrated steel firms in Latin America. The extent of this waste can be judged by the paltry sums obtained from recent auction sales of public steel firms that had previously swallowed up billions of dollars in investment funds.

All East European nations, including Romania, are in a doubly problematic foreign-trade situation because they had oriented a good part of their economic devolopment toward trading with the Comecon bloc of countries, neglecting meanwhile to develop sustainable export capability in Western markets. Recent events require that these countries undertake almost a 180 degree re-orientation in the direction of trade flows. Unfortunately, no one knows at this time how long it will take for the Eastern Europe and the new republics of the former USSR to rebuild their economies and to rekindle trade among themselves.

Safeguards against Disruptive Import Surges. At the same time, it is not yet certain which of the industries that were built in accordance with non-market criteria can be made compe-

fi făcute competitive într-o economie de piaţă. Aceasta nu se va şti decît atunci cînd datele (informaţiile) despre preţ şi profit vor deveni indicatori de încredere ai eficienţei relative şi un prilej de creştere pe termen lung. Probabil că vor fi necesari cîţiva ani pînă cînd sistemul de piaţă va începe să lucreze cu o eficienţă rezonabilă, iar indicatorii de piaţă vor putea fi priviţi cu un grad de încredere suficient. România şi alte ţări estice duc lipsă de personal calificat şi cu experienţă pentru a conduce întreprinderi complexe, în mediul nesigur al economiei de piaţă; s-ar putea să fie multe persoane în economie care se opun învăţării căilor noi şi pot chiar boicota reforma economică. Vor fi făcute puţine progrese atît timp cît mişcării pro-piaţă îi lipseşte „masa critică" suficientă pentru a învinge apatia şi rezistenţa.

Pînă va deveni clar care industrii româneşti au o şansă pentru a se afirma pe pieţele interne şi mondiale este recomandabil să se menţină un oarecare control asupra importurilor. Dacă acest lucru nu se va face, există posibilitatea ca firmele româneşti eficiente potenţial şi competitive sau întreaga industrie să fie serios avariate de o invadare de importuri înainte ca ele să aibă şansa de a atinge potenţialul pe calea de schimbare structurală corespunzătoare. În timp ce această izolare parţială faţă de concurenţa importului se menţine (adică în timpul perioadei de tranziţie), România ar trebui să instaleze un grup de persoane înalt calificate în agenţiile guvernamentale de comerţ internaţional. Aceste persoane ar trebui să se familiarizeze cu regulile de comerţ ale GATT-ului, cu experienţa altor naţiuni în ceea ce priveşte impunerea legilor de comerţ corecte. Ar fi sarcina lor să administreze legile româneşti de comerţ după ce controalele temporare de import ale perioadei de tranziţie expiră.

După cum s-a punctat mai sus, pieţele siderurgice internaţionale sînt supuse unor fluctuaţii ciclice vaste şi unei considerabile volatilităţi în preţuri. Ca cele mai multe produse standardizate, siderurgia este sensibilă, în special, la căderea agresivă a preţurilor în timpul recesiunilor prelungite sau al perioadelor de stagnare a pieţei. Fără existenţa unui anume mecanism de apărare, chiar şi producătorii siderurgici eficienţi pot suferi serioase pagube economice în urma şocurilor de import destabilizator. Apărarea industriilor interne de astfel de asalturi pe pieţele lor, în timpul perioadelor de recesiune, este o funcţie de control de care guvernele trebuie să ţină seamă chiar pe pieţele internaţionale care funcţionează bine.

CONCLUZII

Restructurarea siderurgiei româneşti va necesita o mulţime de schimbări sociale şi investire de capital. Politica publică ar trebui să

titive in a market economy. That will not be known until price and profit data become reliable indicators of relative efficiency and long run growth opportunity. It will probably take several years before the market system begins to work with reasonable efficiency and market indicators can be regarded with a sufficient degree of confidence. Not only do countries like Romania lack qualified and experienced personnel to operate complex enterprises in the uncertain environment of a market economy, but there are likely to be many persons in the economy who resist learning the new ways and may even boycott economic reform. Little progress will be made as long as the pro-market movement lacks sufficient critical mass to overcome apathy and resistance.

Until it becomes clear which Romanian industries have a chance to assert themsèlves in domestic and global markets, it may be advisable to maintain some control over imports. If this is not done, there is a possibility that potentially efficient and competitive Romanian firms, or entire industries, will be severely damaged by a flood of imports before they have a chance to reach their potential by way of appropriate structural change. While this partial insulation from import competititon is maintained (that is during the transition period), Romania should install a group of highly trained persons in the government's international trade office. These persons should familiarize themselves with the trade rules of GATT and with the experience of other nations regarding the enforcement of fair trade laws. It would be their task to administer Romanian trade laws after the temporary import controls of the transition period expire.

As pointed out earlier, international steel markets are subject to wide cyclical fluctuations and considerable volatility in prices. Like most standardized products, steel is particularly sensitive to aggressive price cutting during prolonged recessions or periods of market stagnation. Without some kind of defense mechanism in place, even highly efficient steel producers may suffer serious economic damage in the wake of destabilizing import surges. Safeguarding domestic industries from such assaults on their markets during recessionary times is a control function that governments must retain even in otherwise well-functioning international markets.

CONCLUDING REMARKS

Rstructuring Romanian steel will require a great deal of social change and capital investment. Public policy should focus on two objectives. First, the government should provide

se concentreze pe două obiective. În primul rînd, guvernul ar trebui să asigure un grad de ajutor muncitorilor afectaţi de închiderea instalaţiilor, care deţin puţină speranţă că vor fi transformate în unităţi competitive internaţional. În al doilea rînd, deoarece investiţia de capital va rămîne insuficientă, ar trebui dezvoltat un proces de protecţie unit pentru toate uzinele din siderurgie şi sectoarele consumatoare de oţel ale economiei româneşti, pentru a evalua eficienţa lor şi a estima suma de investiţie, necesară pentru a deveni, fiecare în parte, competitiv faţă de standardele mondiale de piaţă. Uzinele (sau firmele) ar fi atunci clasificate în funcţie de returnarea pe termen lung a investiţiilor.

Investiţiile pentru restructurare vor fi aprobate numai pentru întreprinderile care întrunesc criteriul de coeficient minim de înapoiere. Celelalte vor fi închise, deşi instalaţii individuale recente ar putea temporar să fie conservate, pentru reamplasarea ulterioară, sau reactivate în cazul unui avînt neaşteptat în afaceri.

Nu este momentul potrivit pentru a planifica o creştere drastică a exporturilor ca o metodă de a maximaliza utilizarea capacităţii existente şi de a dobîndi valută convertibilă. Consumul mondial de oţel se aşteaptă să stagneze pe majoritatea pieţelor în timpul primei jumătăţi a acestui deceniu (anexa, tabelul 1). Cu excepţia cîtorva naţiuni cărora le lipsesc capacităţi de prelucrare a oţelului, cum este cazul grupului ASEAN din sud-estul Asiei, majoritatea ţărilor suferă deja de un exces de capacitate pe pieţele lor interne. Orice creştere semnificativă a volumului de import va întîmpina acţiuni de apărare, ca de exemplu sub forma unor litigii antisubvenţii şi antidumping din partea producătorilor interni. Nemaifiind categorisită ca o noţiune de comerţ de stat, România se poate aştepta să-şi vadă exporturile sale o ţintă pentru ambele tipuri de litigii. Unele ţări ar putea cere producătorilor lor să renunţe la asemenea acţiuni de apărare, în schimbul unor restricţii de export negociate cu guvernul român, cel puţin pe durata perioadei de tranziţie permisă pentru procesul de restructurare.

Necesitatea restructurării industriei siderurgice în Europa de Est urmăreşte experienţa actuală de restructurare a industriilor siderurgice din Vest, ele putînd să tragă unele învăţăminte din experienţa vestică şi să evite greşelile făcute de producătorii siderurgici şi guvernele din Vest, în special greşeala de a întîrzia închiderea uzinelor necompetitive şi aşteptarea unui avînt siderurgic mondial pentru a pune capăt problemelor lor financiare.

some degree of support to workers affected by the closure of facilities that hold out little hope of being made into internationally competitive units. Second, because investment capital will remain very scarce, a joint screening process should be developed for all establishments in the steelmaking and steel-using sectors of the Romanian economy to gauge their efficiency and estimate the investment amount it would take to make each of them competitive by world market standards. The plants (or firms) would then be ranked according to the anticipated longrun rate of return on that investment. Funding for restructuring would only be approved for establishments meeting the criterion of a minimum rate of return. Others would be shut down, although individual facilities of recent vintage might temporarily be "mothbal led" (technological conditions permitting) for subsequent relocation or, in the case of an unexpected business boom, reactivation.

This is not a good time for projecting sharply rising exports as a method to maximize utilization of existing capacity and to earn foreign exchange. World steel consumption is expected to stagnate in the majority of markets during the first half of this decade (Appendix, Table 1). Except for a few nations lacking sufficient steelmaking capacity, like the ASEAN group in Southeast Asia, most countries are already suffering from excess capacity in their home markets. Any significant rise in import volume is likely to be met with defensive action as, for instance, in the form of the vigorous antidumping and antisubsidy litigation by domestic producers. No longer classified as a "state trading nation", Romania can expect to see its exports be targeted by both types of litigation. Some countries may ask their producers to desist from such defensive action in return for steel export restraints negotiated with the Romanian government, at least for the duration of the transition period allowed for the restructuring process.

The need for steel-industry restructuring in Eastern Europe follows the actual restructuring experience of Western steel industries they may derive some lessons from the Western experience and avoid some of the mistakes made by Western steel producers and governments, especially the mistake of delaying the closure of non-competitive plants and of expecting a global steel boom to put an end to the their financial problems.

METODE PENTRU EVALUAREA SITUAȚIEI CURENTE ȘI PERSPECTIVA UZINELOR SIDERURGICE

METHODS FOR EVALUATING THE CURRENT SITUATION AND THE FUTURE OUTLOOK OF STEEL PLANTS

ECONOMIST R. W. CONGRAVE,
BRITISH STEEL

By R. W. CONGRAVE
Senior Economist, British Steel Consultants

Obiective

Probabil că prima problemă în discuție, pe care noi trebuie să o abordăm, privește obiectivul restructurării siderurgice în România. De ce ea trebuie restructurată și ce urmăresc guvernul și industria să realizeze? Răspunsul la această întrebare este relevant pentru subiectul aflat în discuție, deoarece trebuie să determine metodele care urmează să fie utilizate în evaluarea situației curente a industriei siderurgice și perspectivele ei.

Nevoia de restructurare este necesară datorită schimbărilor economice și politice din România și din celelalte țări din centrul și estul Europei. Restructurarea este, de asemenea, o consecință a politicii guvernului român, cu privire la evoluția viitorului sistem economic al țării. Această evoluție este rezultatul înlocuirii economiei centralizate cu o economie de piață, care este bazată pe opțiunea și inițiativa liberă pentru consumator.

Mergînd mai departe, o trăsătură semnificativă este aceea că se așteaptă ca economia românească să participe total în economia mondială și pe pieţele internaționale, cu un comerț relativ liber, care să treacă granițele ei. În plus, probabil că putem, de asemenea, presupune că, pe termen lung, România va deveni un membru al Comunității Economice Europene, care va cuprinde întreaga Europă.

Restructurarea industriei siderurgice va fi parte a acestei tranziții la economia de piață. Ea va implica introducerea convenției pe piața siderurgică internă și va cere industriei siderurgice din România să concureze pe noile piețe internaționale.

Prin urmare, scopul restructurării trebuie să fie acela de a da putință industriei să concureze efectiv cu cele mai bune industrii siderurgice din Europa. Ea trebuie să egaleze, în sfîrșit, aceste industrii, în condiții de eficiență în utilizarea resurselor și a calității producției sale.

Objectives

Perhaps the first issue that we should address concerns the objective for restructuring the Romanian iron and steel industry. Why should it be restructured, and what is the Government and industry trying to achieve? The answer to this question is relevant to the topic under discussion because it should determine the methods to be used in evaluating the steel industry's current situation and prospects.

The need for restructuring arises from the recent political and economic changes in Romania and in the remainder of Central and Eastern Europe. It is also a consequence of the policy of the Romanian Government regarding future evolution of the country's economic system. That evolution is to result in the replacement of a centrally planned economy by a market economy. That is, an economy based on free enterprise and choice for the consumer.

A further, significant dimension is that it is expected that the Romanian economy will be participating fully in the world economy and in international markets with relatively free trade across its borders. In addition, perhaps we can also assume that — in the longer term — Romania will become a member of a European Economic Community encompassing the whole of Europe.

Restructuring the steel industry will be part of this transition to a market economy. It will involve the introduction of competition into the domestic steel market, and will require the Romanian steel industry to compete in new, more developed, foreign markets. The aim of restructing therefore, should be to enable the industry to compete effectively with the best steel industries in Europe; it should at least equal those industries in terms of its efficiency in the utilisation of resources and the quality of its output.

The benefit of the restructuring will be in the steel industry's contribution to moderni-

Beneficiul restructurării va fi contribuţia industriei siderurgice la modernizarea sectorului industrial din România şi va spori nivelul de dezvoltare economică a ţării. În cele din urmă, aceasta va duce la un standard de viaţă îmbunătăţit şi la venituri reale mai mari (per cap) în siderurgie şi celelalte industrii.

Criterii de metodologie

Această definiţie foarte largă a obiectivului restructurării duce la identificarea unui număr de criterii ale căror metode de evaluare trebuie să satisfacă. Voi face, în continuare, unele comentarii ale acestor criterii.

Calea naţională către restructurare

În evaluarea industriei siderurgice, este important să o înţelegem ca pe o singură entitate. Instalaţiile ei productive şi gama de produse trebuie să fie stabilite ca o entitate pe piaţa naţională. Scopul este acela de a ajunge la o configuraţie optimă pentru industria siderurgică, cu intenţia de a o face puternică pe pieţele internaţionale. Evaluări separate şi neconectate, la oţelăriile individuale, nu vor duce la o industrie internaţională competitivă.

Mai mult, sarcina de implementare a restructurării industriei siderurgice este aceea că o cale naţională este esenţială. Numai guvernul are capacitatea de a mobiliza resursele financiare considerabile, cerute pentru restructurare, iar aceasta va implica convingerea băncilor internaţionale că o strategie naţională este adoptată.

O evaluare cuprinzătoare şi o vedere pe termen lung

Evaluarea trebuie să acopere toate aspectele sectorului siderurgic şi ale mediului în care el operează. Uzinele siderurgice trebuie să fie analizate din punct de vedere tehnic, financiar, economic şi ecologic (piaţă organizare). Această analiză trebuie să fie realizată în contextul dezvoltărilor macroeconomice din România şi să evalueze impactul politicii guvernului asupra industriei siderurgice. Chiar mai mult, trebuie revăzute şi celelalte sectoare economice care au legături cu sectorul siderurgic, cum sînt energia şi transportul.

Acest mod larg de abordare trebuie să fie completat cu un punct de vedere, pe termen lung, al perspectivelor industriei. O perspectivă de dezvoltare trebuie să fie formulată pentru cel puţin zece ani. Natura intensivă a capitalului industriei siderurgice şi rata relativ lentă de schimbări tehnologice trebuie să adopte un orizont pe termen lung. De asemenea, tre-

sation of Romania's industrial sector and to enhancement of the country's level of economic development. Ultimately, this will lead to improved standards of living and higher real incomes per capita in steel and other industries.

Criteria of Methodology

This very broad definition of the objective of restructuring leads to identification of a number of criteria which the methods of evaluation need to satisfy. I now make comment on some of these criteria.

National Approach to Restructuring

In evaluating the steel industry, it is important to perceive it as a single entity. Its production facilities and product range need to be set against a single, national market. The aim is to arrive at an optimum configuration for the steel industry as a whole, in order to make it a strong force in world markets. Separate and unconnected evaluations of individual steelworks will not lead to an internationally competitive industry.

Furthermore, the task of implementation of restructuring of the steel industry is such that a national approach is essential. Only the Government has the capability to harness the considerable financial resources required for restructuring, and this will involve convincing international lenders that a national strategy is being adopted.

Broad-Ranging Evaluation/Long-Term View

Evaluation should cover all aspects of the steel sector and the environment in which it operates. Steel plants need to be analysed from the technical, market, organisational, financial, economic and ecological points of view. This analysis should be carried out in context of macro-economic developments in Romania, and appraisal of the impact of Government policies on the steel industry. Further, other economic sectors which have *linkages* to the steel sector, such as energy and transportation, should be reviewed.

This broad approach needs to be complemented by a long-term view of the industry's prospects. A development perspective of at least ten years should be formulated. The capital-intensive nature of the steel industry, and the relatively slow rate of technological change, require a long time horizon to be adopted.

buie să avem în vedere faptul că procesul de restructurare, pentru a fi realizat, poate necesita cinci sau mai mulţi ani.

Strategia de piaţă pentru industria siderurgică

Un concept important al economiei de piaţă este suveranitatea consumatorului : cerinţele consumatorului sînt supreme. Siderurgia vest europeană s-a îndepărtat de la stadiul orientat spre producţie la cel care dă prioritate marilor consumatori. Într-o piaţă competitivă, consumatorul decide ultimul *„ce să se producă?"* şi îşi poate alege furnizorii pe bază de preţ, calitate şi performanţa livrării. Astfel, un factor critic, în evaluarea siderurgiei din România, vor fi stabilirea potenţialului de vînzări, precum şi strategia de a realiza acest potenţial.

Dacă programele de producţie viitoare nu sînt cuplate la cerinţele pieţei, industria nu va fi viabilă şi restructurarea va eşua.

Evaluările pieţei, în vederea restructurării, vor fi stabilite printr-un număr de aspecte care includ :

— scenarii pentru dezvoltări viitoare ale economiei româneşti ;
— restructurarea şi modernizarea sectoarelor consumatoare de oţel ;
— liberalizarea, în viitor, a pieţei interne a oţelului, rezultînd din concurenţa importurilor; preţurile libere pentru oţel ;
— cerinţele pieţei europene, în funcţie de condiţiile tehnice speciale (caietul de sarcini al produsului), calitatea şi suportul tehnic ;
— metode de distribuire şi marketing ;
— dezvoltări posibile în industria şi pe piaţa siderurgică mondială.

Competitivitatea costurilor internaţionale

Evaluarea competitivităţii costurilor produselor siderurgice româneşti ar trebui să fie în centrul atenţiei pentru metodologia de evaluare. Competitivitatea costului este o măsură a eficienţei economice deoarece ea reflectă avantajul comparativ şi/sau performanţa în utilizarea resurselor. De asemenea, ea este un factor vital pe piaţă deoarece preţul influenţează, în mod semnificativ, decizia consumatorului asupra sursei de livrare pentru toate tipurile de oţel.

Cum putem măsura competitivitatea costului? Trebuie să recunoaştem doi parametri :

— Costurile de producţie şi distribuţia de oţel în România ar trebui să fie exprimate în valori economice. Aceasta înseamnă eliminarea tuturor subvenţiilor pentru intrările în proces şi costurile de transport, precum şi aplicarea unor costuri reale şi

Also, it should be borne in mind that the restructuring process itself can take five or more years to complete.

Market-led Strategy for the Steel Industry

An important concept of the market economy is consumer sovereignty : the consumer's needs are *paramount*. Steel industries in Western Europe have moved away from being production-oriented to giving priority to consumer needs in a competitive market, the consumer ultimately decides what is produced and can choose between suppliers on the basis of price, quality and delivery performance.

Thus a critical factor in evaluating the Romanian steel industry will be determination of its sales potential and a strategy to achieve it. Unless future production programmes are *geared* to market requirements, the industry will not be viable and the restructuring will fail.

Market assumptions for restructuring will be determined by a number of aspects, including :

— scenarios for future development of the Romanian economy
— restructuring and modernisation of the steel consuming sectors
— future liberalisation of the domestic steel market resulting in competition from imports and free market prices for steel
— the requirements of the European market in terms of product specification, quality and technical support
— marketing and distribution methods
— possible developments in the world steel industry and market

International Cost Competitiveness

Assessment of the cost competitiveness of the Romanian steel producers should be central to the methodology of evaluation. Cost competitiveness is a measure of economic efficiency as it reflects comparative advantage and/or performance in the utilisation of resources. It is also a vital factor in the market place as price significantly influences the consumer's decision on the source of supply for all types of steel.

How can we measure cost competitiveness? We need to recognise two parameters :

— Costs of production and distribution of steel in Romania should be expressed in economic values. This means eliminating all subsidies on process input and transport costs, and applying real resource costs rather than those prevailing in Romania now. These economic costs should reflect the opportunity

corecte ale resurselor comparativ cu acelea ce predomină acum în România. Aceste costuri economice ar trebui să reflecte ocaziile favorabile ale economiei naționale. Materiile prime și energia trebuie să fie evaluate la prețurile internaționale.
— Indicatorul care redă gradul de competitivitate ar putea fi tendința prețurilor pieței pentru oțelul care reflectă costurile producției ale celor mai eficienți fabricanți din industria siderurgică europeană.

Poate, prin urmare, noi am putea compara costul de livrare pe tona de produs românesc al fiecărui tip de oțel cu costul de livrare pe tonă de pe piața internațională. Dacă ultimul este mai mare, atunci economiile de valută sporesc ca un rezultat al producerii locale a oțelului mai mult decît dacă l-am importa. O astfel de comparare ar putea fi efectuată pentru a evalua competitivitatea internațională curentă a industriei și pentru a evalua impactul investițiilor potențiale în modernizare.

Indiferent de metodologia specifică care se adoptă, este clar că evaluarea industriei siderurgice românești trebuie să includă o analiză detaliată a costurilor de producție.

Performanțe tehnice și de funcționare a uzinelor siderurgice

Este esențial să fie realizată o evaluare tehnică detaliată a industriei siderurgice în care să fie aplicate cele mai bune standarde din lume, astfel încît industria siderurgică românească să fie capabilă să realizeze performanțe tehnice și de eficiență, egale cu cele ale industriilor siderurgice de vîrf.

Pentru evaluare ar trebui să se examineze nivelurile de tehnologie ale instalațiilor industriei, precum și metodele și practicile folosite în funcționare și management. Evaluarea poate implica schimbări, care sînt necesare pentru realizarea competitivității, cum sînt :

— închiderea instalațiilor cu tehnologii neeconomice ;
— investiții în tehnologii mai avansate ;
— reglarea capacităților de producție pentru lansarea nivelurilor proiectate ;
— stabilirea anumitor activități ca unități de afaceri ;
— introducerea metodelor noi de management și reduceri ale nivelului de salariați.

Conservarea energiei și protecția mediului

Trebuie să menționăm acum două aspecte înrudite ale evoluției tehnice, care au o importanță specială în determinarea viitorului industriei. Industria siderurgică trebuie să acorde o mare prioritate problemei conservării energiei și a protecției mediului înconjurător.

cost to the national economy. Raw materials and energy should be valued at international prices.

— The comparator, or indicator of competitiveness, could be trend market prices for steel which reflect the costs of production of the most efficient manufacturers in the European steel industry.

Perhaps, therefore, we could compare the delivered cost per tonne of Romanian production of each type of steel with the delivered cost per tonne on the international market. If the latter is greater, then foreign exchange savings accrue to the economy as a result of producing steel locally rather than importing it. Such a comparison could be made to assess the current international competitiveness of the industry, and to evaluate the impact of potential investments in modernisation.

Whatever specific methodology is adopted, it is clear that evaluation of the Romanian steel industry must include a detailed analysis of its production costs by process and product.

Technical and Operating Performance of Steel Plants

It is essential that a detailed technical evaluation of the steel industry is carried out. Here, world best standards should be applied so that the Romanian steel industry will be able to achieve technical performance and efficiency equal to the leading steel industries.

The evaluation should examine the levels of technology of the industry's facilities as well as the methods and practices employed in their operation and management. It may indicate changes which are necessary for achievement of competitiveness, such as :

— closures of facilities with uneconomic technologies
— investment in more advanced technologies
— adjustment of production capacities to projected demand levels
— introduction of new management methods and reductions in manning levels.

Energy Conservation and Environmental Protection

I must now mention two related aspects of the technical evaluation which have special significance in determination of the industry's future. The matters of energy conservation and enviromental protection must be given high priority by the steel industry. Indeed, the environmental impact on an industrial project is now considered byWestern governments and international organisations, to be as important a criterion as its economic viability.

Într-adevăr, impactul mediului unui proiect industrial este considerat acum de guvernele din Vest și de organizațiile internaționale ca fiind un criteriu la fel de important ca și viabilitatea economică.

Fără îndoială că energia este o resursă rară și valoroasă, iar industriile mari consumatoare, cum este cazul siderurgiei, ar trebui să minimizeze costurile lor de energie. Costurile sociale și economice ale degradării mediului — atît în termeni ecologici cît și umani — pot fi substanțiale și de lungă durată.

Cerința pentru protecția mediului înconjurător poate avea un număr de implicații asupra evăluării industriei siderurgice. Acestea depind de standardele adoptate la Geneva și de perioada de timp în care sînt aplicate. Implementarea standardelor Comunității Economice Europene ar putea duce la închiderea unor instalații existente, cum sînt cuptoarele SM, cu implicații asupra mediului înconjurător. De asemenea, marii producători siderurgici din Europa de Vest au descoperit că investițiile de capital necesar să asigure utilajele și procesele tehnologice, care să satisfacă standardele mediului înconjurător, sînt substanțiale, adică de sute de milioane de dolari.

La astfel de investiții nu există posibilitatea de amortizare.

Criteriile de mai sus pun accent pe restructurarea siderurgiei românești, astfel încît să poată deveni competitive din punctul de vedere al costului. Standardele de performanță, sugerate pentru evaluare, sînt acelea legate de cele mai avansate industrii siderurgice în economiile de piață dezvoltate.

Am propus ca metodele de evaluare să recunoască faptul că satisfacerea cerințelor pieței este obligatorie și că viabilitatea economică, eficiența tehnică și protecția mediului înconjurător sînt, de asemenea, criterii care trebuie respectate. Aici, pot accentua că, deși astfel de criterii emanează din principiile economiei de piață, proprietatea privată nu este necesară pentru realizarea lor. Eficiența într-o economie de piață rezultă, în principal, din concurență. Proprietatea privată, prin ea însăși, nu aduce eficiența economică.

Astfel, principalul efect al evaluării trebuie să fie o strategie de restructurare, care poate duce la crearea, după o perioadă de timp, a unei industrii siderurgice competitive pe plan internațional. Implementarea unei astfel de strategii ar trebui să implice roluri definite precis și responsabilități atît pentru administrarea uzinelor siderurgice, cît și pentru guvernul român. Propritatea privată poate să apară mai degrabă într-o etapă mai tîrzie, atunci cînd se va fonda o industrie siderurgică viabilă.

It goes without saying that energy is a scarce and valuable resource, and that high consuming industries such as steel should minimise their energy costs. The economic and social costs of degradation of the environment — in both ecological and human terms — can be substantial and long lasting.

The requirement for environmental protection can have a number of implications for evaluation of the steel industry. These depend upon the standards adopted by Government and the time period over which they are applied. Implementation of EEC standards could imply closure of some existing facilities, such as open hearth furnaces, on environmental grounds. Also, major steel producers in Western Europe have found that the capital investment required to ensure that equipment and processes meet environmental standards is very substantial i.e. in the hundreds of millions of dollars.

The above criteria lay emphasis on restructuring the Romanian steel industry so that it can become cost competitive. The standards of performance suggested for the evaluation are those related to the most advanced steel industries in the developed market economies.

I have proposed that methods of evaluation should recognise that satisfying the needs of the market is mandatory, and that economic viability, technical efficiency and environmental protection are also criteria which must be met. Here, I can emphasise that although such criteria emanate from the principles of a market economy, private ownership may not be necessary for their fulfilment. Efficiency in a market economy results mainly from competition. Private ownership, per se, does not bring about economic efficiency.

Thus, the main outcome of evaluation should be a restructuring strategy which can lead to the creation, over a period of time, of an internationally competitive steel industry. Implementation of such a strategy should involve precisely defined roles and responsibilities for both the management of the steel plants and the Government of Romania. The issue of private ownership can be addressed more readily at a later stage when a viable steel industry is established.

CONTRIBUȚIA INSTITUTELOR DE CERCETARE DIN ROMÂNIA LA ACȚIUNEA DE RESTRUCTURARE A INDUSTRIEI SIDERURGICE

DR. ING. CONSTANTIN GELU RADU

Director general ICEM S.A.
București, România

CONTRIBUTIONS OF THE ROMANIAN RESEARCH INSTITUTES TO THE RESTRUCTURING OF THE IRON AND STEEL INDUSTRY

DR. ING. CONSTANTIN GELU RADU

General Manager of Metallurgical Research Institute
Bucharest, Romania

Restructurarea industriei siderurgice din România are loc în condițiile economice specifice țărilor din estul Europei și se caracterizează, în principal, prin următoarele :

- diminuarea semnificativă a resurselor financiare și dispariția CAER ;
- necesitatea trecerii la o economie de piață și a retehnologizării inerente acestui proces ;
- existența unei baze industriale în unitățile siderurgiei românești cu un nivel tehnic variabil, caracterizat printr-un decalaj de 5—15 ani în urma țărilor dezvoltate ;

In economic conditions specific to the East European countries, the Romanian iron and steel industry, at the time of restructuring, has the following characteristics :

- considerably diminished financial resources and the dismantling of the Council for Mutual Economic Assistence (COMECON) ;
- the need for transition to a market economy and for the introduction of modern technologies ;
- the technical standard of the Romanian iron and steel works is 5 to 15 years behind that of the developed countries ;

Fig.1 Dynamics of the romanian steel production

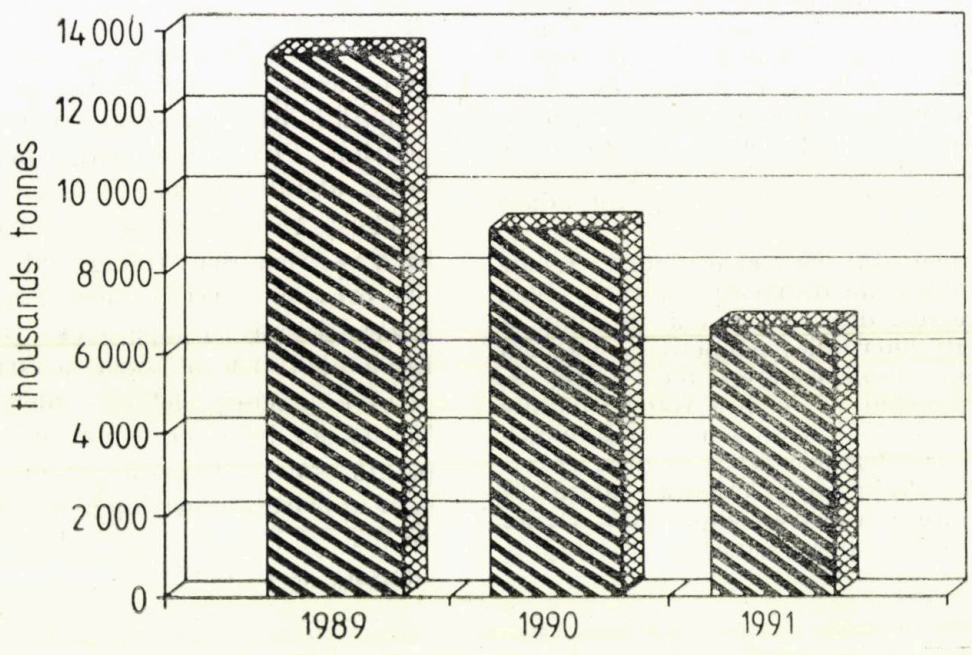
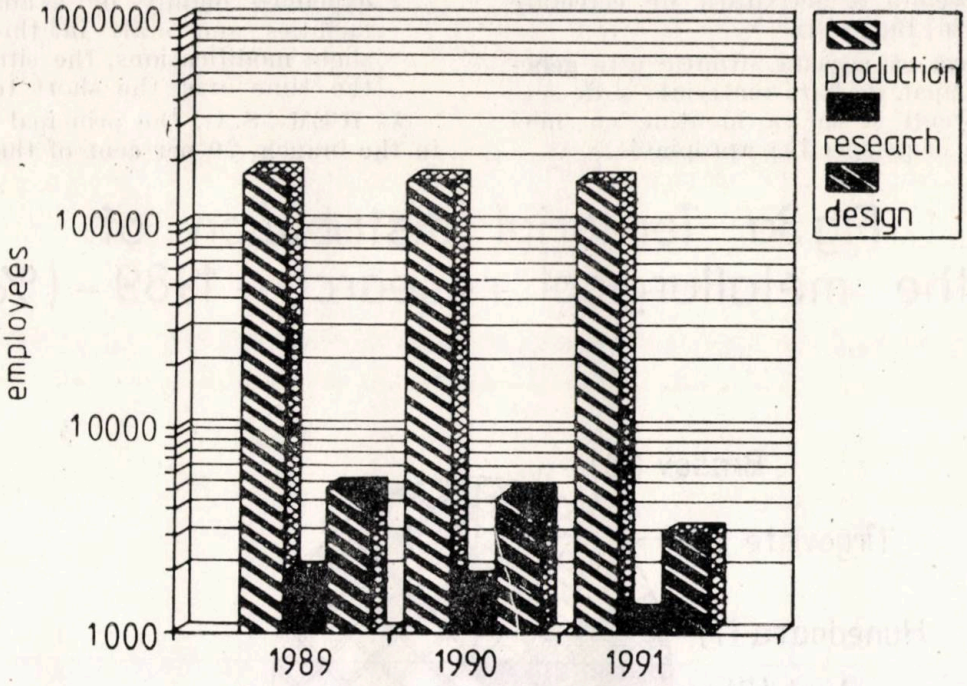


Fig. 2 Siderurgical personnel evolution



— existența unor probleme sociale și ecologice care îngreuiază procesul de restructurare.

În perioada de după 1989, producția de oțel a scăzut la cca 50% în 1991 față de 1989.

Structura calitativă a producției s-a menținut practic neschimbată, ponderea oțelurilor aliate, în volumul producției totale de oțel, menținîndu-se la cca 8—10%.

Principala cauză a acestei situații este nivelul activității tehnice și manageriale, care nu a permis valorificarea optimă a puținelor resurse existente pe fondul general al evoluției economice.

În paralel, trebuie luată în considerare evoluția personalului angajat, caracterizată prin :

— scăderea nesemnificativă a personalului din unitățile productive, cu efecte nefavorabile asupra productivității muncii și a eficienței economice a întreprinderilor ;

— diminuarea importantă a personalului din unitățile de cercetare și proiectare cu 30—50% ; această diminuare a avut efecte pozitive prin creșterea nivelului profesional general din unitățile de cercetare și proiectare în care au fost menținute cadrele bine pregătite ; diminuarea capacității generale de concepție, tocmai în sectoarele care, de fapt, trebuie să conducă și să asigure restructurarea și retehnologizarea industriei siderurgice și care trebuie compensată prin atragerea unui personal cu calificare înaltă.

— social and ecological problems render restructuring quite difficult.

În 1991, the steel output had decreased by about 50 per cent as against 1989 (fig. 1).

The qualitative structure of production was practically the same, steel alloys accounting for about 8 to 10 per cent of aggregate output.

This situation is mainly caused by the fact that technical and managerial activities have failed to ensure the best use of available resources, scarce as they are, against the general background of economic evolution.

One should also take into account the employment pattern characterized by (fig. 2) :

— the insignificant reduction of staff in manufacturing units, with an unfavourable impact on labour productivity and economic efficiency in enterprises ;

— the substantial reduction of staff in research and design units by 30 to 50 per cent. These job cuts have resulted in higher professional standards in these units which have maintained only the best trained experts. This drop in the overall conception capability in these very sectors designed to run and ensure the restructuring of the iron and steel industry and the introduction of modern technologies, is to be compensated by the drawing of personnel of highest training into the process.

Detaliind aspectele legate de activitatea de cercetare, desfășurată în perioada 1989—1991, se mai poate releva faptul că cercetarea românească în industria siderurgică este grupată în patru centre principale (fig. 3), evidențiind o pondere deosebită a activității de cercetare desfășurată în București.

Se apreciază că această situație este generată, în principal, de baza materială și de specialiștii existenți și se va menține cu mici modificări și în perspectiva apropiată.

Other aspects of research over 1989—1991 :

— Romanian research in the iron and steel industry is grouped in four major centres (fig. 3) with a considerable volume of such activities in Bucharest. This is explained mainly by available material facilities and staff in this city. With slight modifications, the situation will be the same over the short term.

At ICEM—S.A., the principal research unit in the branch, 70 per cent of the staff (fig. 4)

Fig.3a Teritorial distribution of the metallurgical research - 1989 - (%)

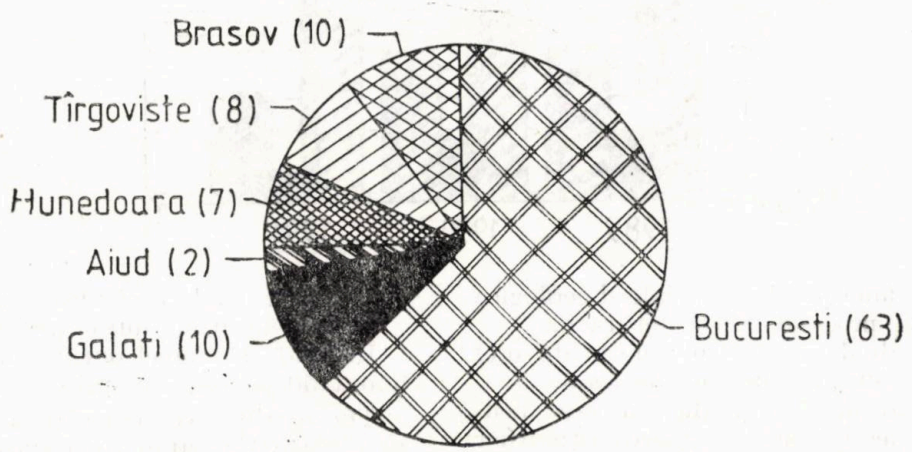


Fig.3b Teritorial distribution of the metallurgical research - 1992 - (%)

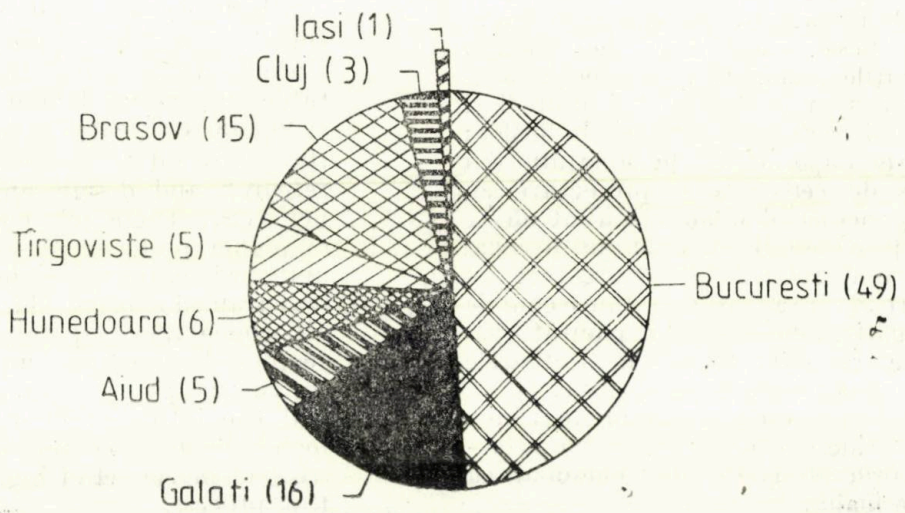


Fig.4a The structure of ICEM personnel - 1989 - (%)

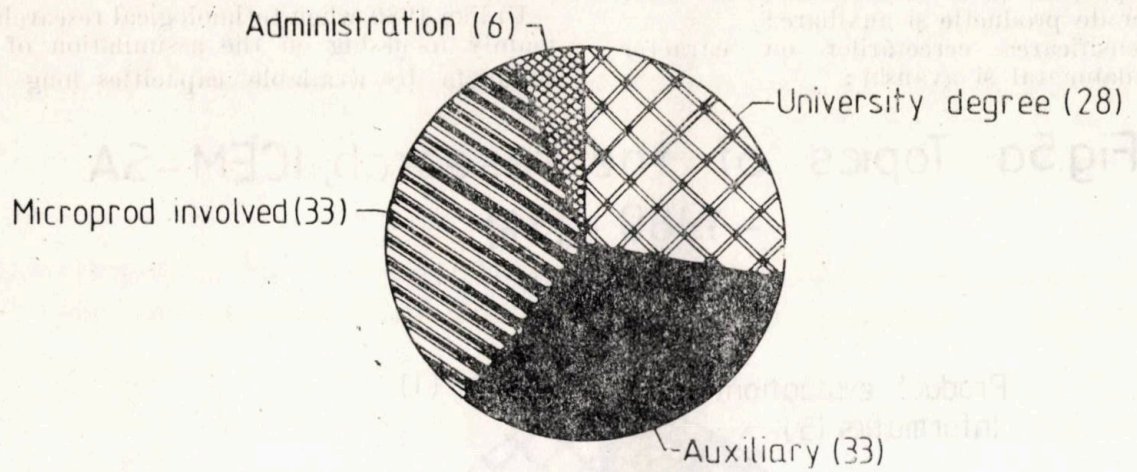
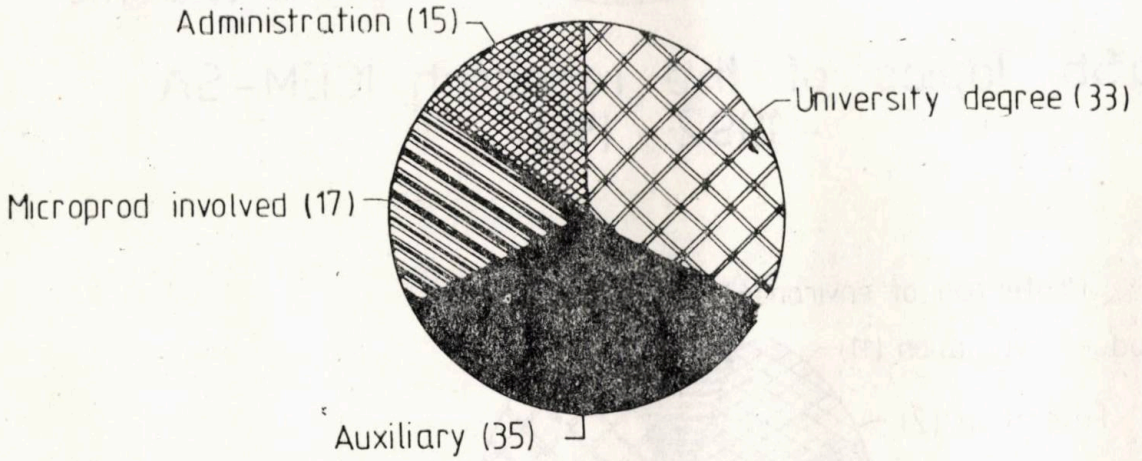


Fig.4b The structure of ICEM personnel - 1992 - (%)



În cazul ICEM S.A., principalul institut de cercetare din ramură, evoluția structurii personalului arată (fig. 4), în prezent, o pondere a acestuia, implicat direct în cercetare, de cca 70%, din care jumătate o reprezintă cadrele cu studii superioare. Referitor la această structură, se menționează faptul că politica manare directly involved in reseach, half of whom are university graduates. Managerial policies of ICEM—S.A. pursue an increase in the number of personnel with higher studies, to the detriment of ancillary research staff.

Trends in the structure of research in 1989—1992 and over a longer term until 1995 (fig. 5):

gerială a ICEM are în vedere o creștere a ponderii personalului cu studii superioare în detrimentul personalului auxiliar de cercetare.

Evoluția structurii activității de cercetare, în perioada 1989—1992 și în perspectiva anului 1995 (fig. 5), are următoarele tendințe:

— creșterea ponderii cercetărilor în domeniul protecției mediului, al strategiei ramurii, precum și a informatizării activităților de producție și auxiliare;
— intensificarea cercetărilor cu caracter fundamental și avansat;
— a growing volume of research in the field of environment protection, of strategies and the introduction of data processing in manufacturing and auxiliary sectors;
— more intensive research with a fundamental and advanced character;
— a diminished volume of technical assistance activities.

Unlike 1989 when technological research was mainly focussing on the assimilation of new products by available capacities long term

Fig.5a Topics of the research, ICEM-SA - 1989 - (%)

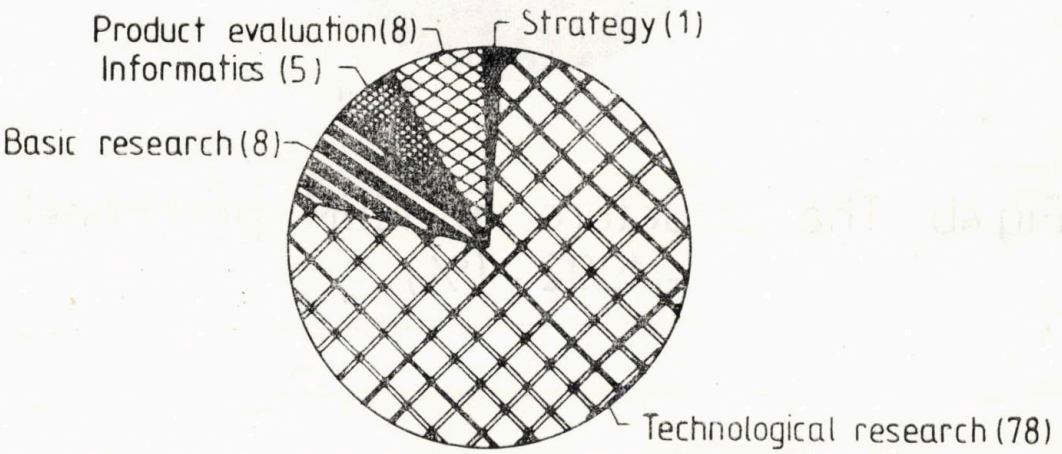


Fig.5b Topics of the research, ICEM-SA - 1992 - (%)

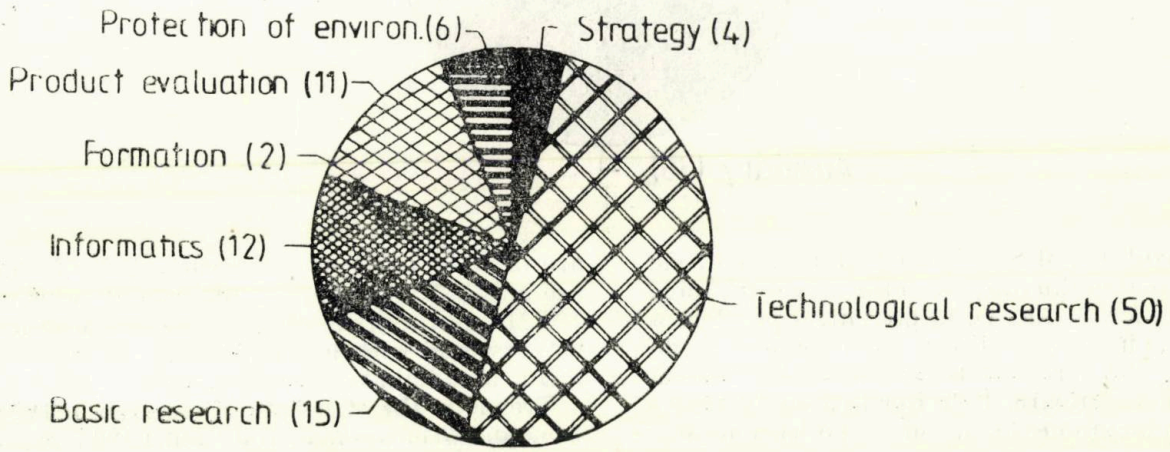
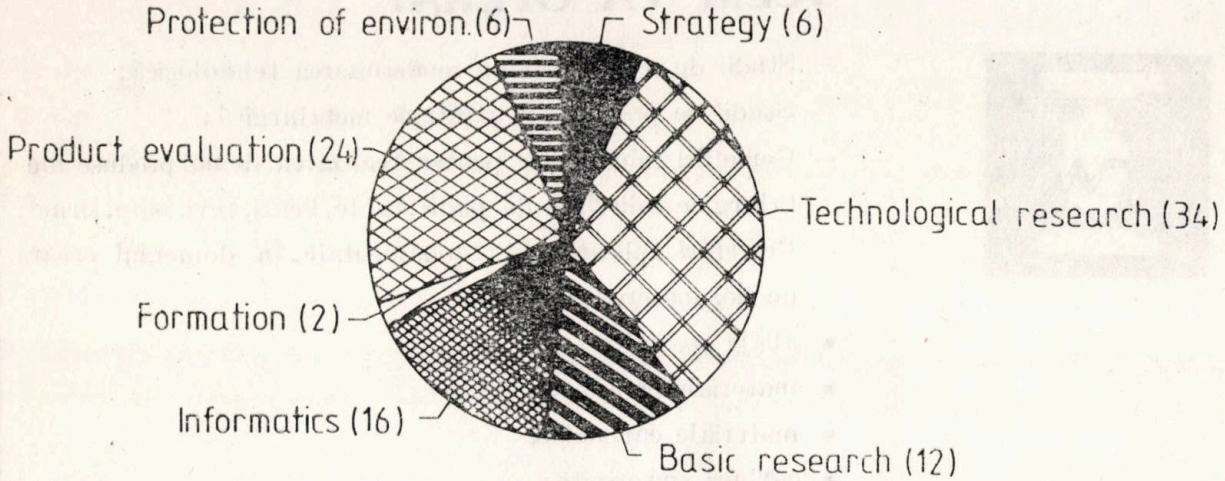


Fig.5c Topics of the research, ICEM - SA - forecasting on 1995 - (%)



— diminuarea volumului activității de asistență tehnică.

Față de anul 1989, în care cercetarea tehnologică era, în principal, axată pe asimilări de produse noi pe fluxurile existente, în perspectivă va avea ca obiect retehnologizarea generală a fabricației pe fluxuri și agregate moderne.

Asimilarea tehnologică urmează să fie preluată, într-o proporție mai mare, de către specialiștii din cadrul societăților comerciale producătoare.

În cazul achiziționării de licențe și know-how din import, este utilă colaborarea cu firmele exportatoare atît a personalului din cercetare și proiectare, cît și a specialiștilor din uzine.

O creștere substanțială a ponderii activității de cercetare se va realiza în domeniul calității produselor și certificarea acesteia.

În ansamblul activităților de restructurare a siderurgiei, institutele de cercetare și proiectare au capacitatea rezolvării unui număr însemnat de obiective prin forțe proprii. De asemenea, prin personalul și datele pe care le dețin pot fi un partener util al unor firme și instituții din străinătate.

Pentru realizarea acestor obiective, sînt necesare următoarele :

— definitivarea unei strategii de dezvoltare pe termen scurt și lung a ramurii care să permită o activitate de cercetare eficientă ;

— asigurarea resurselor financiare de la buget sau de către societățile comerciale pentru susținerea cercetării, inclusiv pentru completarea dotării specifice cu aparatură de laborator și documentare.

targets provide for retechnologization of production, for the use of modern methods and equipment.

Technological assimilation is to be undertaken mainly by experts working in manufactring enterprises.

In the case of imported licences and know-how, collaboration with the exporting companies will benefit both researchers and designers and the experts working in steel works.

Considerably more research is planned to be done in the sector of product quality and certification.

In the whole work of restructuring the iron and steel industry, the research and design institutes have the capability to carry out a large number of projects with their own means. Considering the standard of their staff and their stock of information, they might become good partners for any company abroad.

In order to achieve all this, we need :

— a well-defined strategy for the short and long term development of this branch, to allow for more efficient research ;

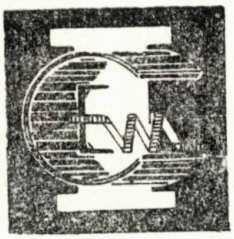
— financial resources from the budget or from enterprises to back up research, to re-equip laboratories and enrich reference libraries.

1993 04 11

La revistă au mai colăborat : Dipl. univ. *Diana Bogdan ;* Ing. *Sabin Florea ; Ioana Kuglay și Rodica Roșu.*

INSTITUTUL DE CERCETĂRI METALURGICE

ICEM VĂ OFERĂ:



— Studii de soluţii privind modernizarea tehnologică;
— Studii de prognoză şi strategie metalurgică;
— Cercetări tehnologice pentru realizarea de noi produse metalurgice solicitate de piaţă: table, benzi, ţevi, bare, sîrme;
— Cercetări aplicative şi fundamentale în domeniul creării de noi materiale:
- aliaje speciale;
- materiale ceramice;
- materiale carbonice;
- carburi sinterizate;
- materiale metalice amorfe.

— Expertize metalurgice privind determinarea cauzelor comportării necorespunzătoare a materialelor metalice, elucidarea litigiilor între producătorii şi beneficiarii de produse metalurgice;
— Lucrări de caracterizare complexă a produselor metalurgice, care nu pot fi realizate de laboratoarele uzinale.

Cu o experienţă de peste 40 de ani în domeniul cercetării metalurgice, ICEM a avut meritul de a crea bazele ştiinţifice şi tehnologice ale dezvoltării industriei siderurgice în România.

ICEM produce şi comercializează, în staţiile pilot proprii, produse de serie mică şi performanţe superioare:

— etaloane pentru analiză chimică spectrală;
— plăcuţe nestandardizate din carburi metalice sinterizate pentru prelucrarea metalelor;
— piese din ceramică fină inclusiv conducători de fir pentru industria textilă;
— produse carbonice pentru electrotehnică;
— aliaje speciale, inclusiv aliaje medicale.

ICEM S.A
Mehadiei, 39
sect 6, cod
Bucureşti
Tel. 375326
Telex: 10034
Fax: 375593

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1983

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

COMBINATUL SIDERURGIC

SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiştilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX

(250,00) lei

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi and Cîmpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi şi Cîmpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru materal rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E 3280

METALURGIA

Nr.5/92

Special Issue on restructuring the Iron and Steel Industry.

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod**
- **seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

CUM PUTETI CRESTE CALITATEA SI RANDAMENTUL LAMINOARELOR ?

KELK

Sensors for Rolling Mills

ORGANIZEAZĂ

PRIN REPREZENTANȚA SA DIN ROMÂNIA

X-TRA

IN PERIOADA 29 IUNIE-1 IULIE 1992

BUCURESTI

SEMINARUL DE PREZENTARE A PRODUSELOR SALE

40 DE ANI DE EXPERIENȚĂ ÎN DOMENIUL
SENZORILOR ELECTRO-MECANICI, ELECTRONO-OPTICI
PENTRU LAMINOARE

TRADUCTORI DE FORȚĂ, TENSIUNE, PRESIUNE ȘI DEPLASARE,
EXTENSOMETRE, SISTEME DE MĂSURARE A LĂȚIMII
ȘI GROSIMII TABLELOR SUBȚIRI ȘI GROASE ETC.

Lucrările seminarului se vor desfășura în sala AGIR, str. M. Eminescu, nr. 2 (Piața Romană)

RELAȚII LA TELEFON (90) 177 018

METALURGIA

5
1992
MAI

EDITATĂ DE „SIDEROM" S. A.

EDIȚIE SPECIALĂ BILINGVĂ CU LUCRĂRILE PREZENTATE LA SIMPOZIONUL INTERNAȚIONAL

„RESTRUCTURAREA SIDERURGIEI ROMÂNEȘTI"

ORGANIZAT DE

Departamentul Industriei Metalurgice

Și

Societatea Română de Metalurgie — S.R.M.

TÎRGOVIȘTE, 16—19 FEBRUARIE, 1992

cuprins

Florentin Ioan Sandu: **Orientări privind soluționarea aspectelor sociale ale restructurării la Combinatul Siderugic „SIDEX" S.A. Galați** 3

Alain Davezac: **Tratamentul consecințelor sciale ale procesului de restructurare. Experiența Usinor Sacilor** 7

Charles A. Bradford: **Privatizarea industriei siderurgice din România. Dreptul de proprietate al angajaților** . . 15

Gianfranchi Giancarlo: **Experiența CE în domeniul restructurării siderurgiei** 27

Richard Metzler: **Situația siderurgiei în lume și unele implicații pentru viitorul uzinelor siderurgice românești** 30

Jean P. Raguin: **Standardele și reglementările privind mediul, aplicate în industriile siderurgice din Franța și Europa** 35

H.L. Bünnagel: **Metode de evaluare a situației actuale și de perspectivă a uzinelor siderurgice** 46

contents

Forentin Ioan Sandu: **Some posibilities to solve the social aspects of the restructuration at Galatzi SIDEX Ltd. Steel orks** 3

Alain Davezac: **Treatment of the social consequences of the restructuring process. The Usinor Sacilor experience** 7

Charles A. Bradford: **The Romanian steel industry privatization. Employee o nership** 15

Gianfranchi Giancarlo: **Common market experience in restructuring the iron and steel' industry** 27

Richard Metzler: **The orld steel environment and some implications for the future of Romania s steel pleants** 30

Jean P. Raguin: **Environmental standards and regulations apliand in the French and European iron and steel industries** 35

H. L. Bünnogel: **Workshop a the restructuring of** 46

COLEGIUL DE REDACȚIE:

MARIN BIVOLARU, COSTIN SCORȚEA, RADU CONSTANTIN GELU, IOAN FLORENTIN SANDU, ALEX. FLOREA, VIOREL MUNTEANU, LAURENȚIE SOFRONI, EMIL FLORIAN, CONSTANTIN DUMITRESCU, ION CHIOSE, RADU HANGA, EUGEN SANDU, BUJOR ROȘCA, PETRE IANC, GHEORGHE PÂRVU, GHEORGHE LEPĂDATU, IULIAN RIPOȘAN, LADISLAU FRUMOSU

Redactor responsabil: prof. dr. ing. L. SOFRONI

Șef CIDMET: ing. Brândușa Florentina Scorțea

Redactor: dipl. univ. ELENA PÂRVU

Redacția și administrația: București, str. Mendeleev, nr. 21-25, sector 1, cod 70 168, telefon 59 49 90.

Instituțiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SBM. Costul unui abonament: lei 3.000 anual. Costul unui exemplar: lei 250.

Tiparul: S. C. „UNIVERSUL" S. A., str. Brezoianu nr. 23—25, București • c. 3443

ORIENTĂRI PRIVIND SOLUȚIONAREA ASPECTELOR SOCIALE ALE RESTRUCTURĂRII LA COMBINATUL SIDERURGIC „SIDEX" S.A. GALAȚI

SOME POSSIBILITIES TO SOLVE THE SOCIAL ASPECTS OF THE RESTRUCTURATION AT GALAȚI "SIDEX" LTD STEELMORKS

Ing. FLORENTIN IOAN SANDU, Director general SIDEX S.A. Galați
Președintele Societății Române de Metalurgie

Eng. FLORENTIN IOAN SANDU, General Manager, SIDEX S.A. Galatzi
President, Romanian Metallurgical Society

KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883 ORSZÁGOS MÚSZAKI KÖNYVTÁR

După evenimentele din decembrie 1989, România a intrat într-un complex proces de restructurare a tuturor sectoarelor de activitate. Pentru industrie, tranziția la economia de piață presupune, înainte de toate, ample acțiuni de restructurare în domeniul organizării, conducerii și repartizării rezultatelor producției.

Programul de reformă, inițiat și aplicat de către guvern, vizînd descentralizarea economiei și creșterea autonomiei agenților economici, a creat unele șocuri pentru conducerile întreprinderilor, încă nepregătite pentru a-și asuma răspunderile și riscurile economiei de piață.

Aplicarea reformei îi obligă pe agenții economici să studieze atent cererile clienților interni și externi și să adapteze volumul și structura producției astfel încît piața să fie satisfăcută în condiții de competitivitate și eficiență.

Procesul de restructurare a fost impus, în această perioadă, de lipsa acută a resurselor financiar-valutare, necesare procurării ritmice a materiilor prime, precum și de restricțiile severe la consumul de combustibil și energie electrică.

Totodată, în condițiile scăderii cererii pe piața internă și ale concurenței aprige pe piața externă a metalului, am fost nevoiți să operăm importante reduceri ale volumului producției de oțel.

Datorită acestora (urmărind și economisirea resurselor energetice) am fost nevoiți să oprim patru baterii de cocsificare și trei furnale, rămînînd în exploatare 50% din capacitatea de producție în sectoarele primare, cu consecințe corespunzătoare asupra nivelului producției de oțel și laminate.

Au fost menținute în funcțiune agregatele și instalațiile cu caracteristici tehnice și economice superioare, care asigură reducerea consumurilor și prelucrarea avansată a metalului (oțelăriile LD cu turnare continuă, laminoarele de benzi la cald și la rece).

After the December 1989 events, started in Romania a complex restructuring process in all activity spheres.

For the industry, the transition to the market economy first of all supposes extensive restructuring actions, in the field of organization, management and repartition of the production results.

The reform program, initiated and put into operation by the government, which aims to decentralize the economy and increase the autonomy of the economic agents, generated some shocks for the companies' management unfit to assume the responsabilities and risks of the market economy.

The reform implementation obliges the economic agents to an attentive study of the home and foreign market demands and of the adaptation of the production volume and structure, so that the market is satisfied in conditions of competitivity and efficiency.

The restructuring process was aggravated in this period by both the acute lack of financial-currency resourses needed for the rhythmical supply with raw materials and the severe restriction in fuel and power consumption.

At the same time, in the conditions of the home market getting narrower and of a harsh competition on the external metal market, we were obliged to operate an important cut in the steel production.

Therefore, and aiming to spare the energy resources, we have been obliged to put out of operation four coking batteries and three blast furnaces, so that now, only 50% of the production capacity is in operation.

There were maintained in operation only the facilities and installations with high technical and economic features which ensure lower consumption and an advanced metal working as

În aceste condiții, în cazul Combinatului Siderurgic „SIDEX" S.A. Galați, față de realizările din anul 1989, producția realizată în anul 1991 s-a situat la următoarele niveluri procentuale, % :

— cocs metalurgic	41,2
— fontă brută	53,6
— oțel	51,5
— laminate finite pline	55,0
— tablă și bandă laminată la rece	61,1

Cu toate acestea, fără modificarea normelor de lucru, în condițiile reducerii săptămînii de lucru și ale creșterii duratei concediului de odihnă, numărul personalului a crescut de la 35 634 salariați, la 31 decembrie 1989, la 38 500 salariați la 31 ianuarie 1992, cu consecințe negative asupra productivității muncii.

Reducerea producției industriale nu a avut drept consecință o reducere proporțională a personalului, motivată și de condițiile concrete socio-politice existente în țară, precum și datorită înțelegerii greșite a sintagmei de protecție socială care, la Combinatul Siderurgic „SIDEX" S.A. Galați, a îmbrăcat următoarele aspecte :

— evitarea desfacerii contractului de muncă pentru motivul : reducerea activității ; redistribuirea personalului temporar disponibil la alte instalații sau lucrări ;

— evitarea șomajului tehnic și trimiterea în concedii de odihnă fracționat și eșalonat a personalului de la instalațiile temporar neutilizate ;

— asigurarea unui salariu minim superior salariului minim indexat pe țară ;

— respectînd prevederile din contractul colectiv și legile în vigoare cu privire la plata drepturilor bănești, salariul mediu al personalului din combinat, inclusiv adaosurile și sporurile aferente, a păstrat o anumită ierarhizare față de cîștigurile înregistrate în alte ramuri și activități ;

— s-au asigurat masa gratuită pentru personalul de la cocserie și antidot pentru cei care lucrează în mediu cu noxe ;

— peste 4 000 salariați servesc masa la cantina și microcantinele combinatului — la prețuri accesibile ;

— toți salariații beneficiază de tarife reduse la transport ; diferența pînă la costul real al abonamentului este suportată pe cheltuielile de producție ;

— din fondurile de investiții ale combinatului au fost realizate 400 apartamente repartizate cu chirie salariaților, în ordinea de prioritate stabilită de comisiile sociale ;

oxygen converters steelmaking plants with continuous casting facilities, hot and cold strip mills.

In these conditions, SIDEX Ltd. Steelworks achieved in 1991 — compared with the 1989 production levels-only :

— metallurgical coke	41.2%
— pig iron	53.6%
— crude steel	51.5%
— rolled material	55.0%
— cold rolled strip	61.1%

Nevertheless, without to modify the planned rate of output, and in spite of the working week shortening and of longer paid leaves, the number of personnel increasses from 35,634 (on the 31st of December 1989) to 38,500 (on the 31st of January 1992) with negative consequences on the productivity.

The decrease of the industrial production has not led to a corresponding diminishing of the personnel number, motivated by the real socio-political conditions existent in the country and by a misunderstanding of the idea of social protection.

At SIDEX Ltd. Steelworks these problems were materialized as follows :

— redistribution inside the company of the personnel, put in the reserve, by lack of activity of some departments ;

— avoiding technical unemployment by according fragmental paid leaves for the above mentioned category of personnel ;

— providing a minimum wage above the all country level and an average wage including the extras due to the special working condition, superior to the earnings in other industrial activities ;

— placing costless lunch at the coking plant workers disposal and also antidote for those who activate in noxious environments. Over 4,000 workers and employees have lunch, at accessible prices in canteens :

— all personnel benefit of a preferential transport fee, the difference being covered by the company ;

— from the company capital investment funds 400 apartments have been erected to be rented to the personnel ; a free of charge medical assistance is ensured through the existent polyclinics and dispensaries.

In the same period paid leaves were granted to 230 women personnel to bring up children until one year old.

— prin policlinica și dispensarele existente pe platforma combinatului s-a asigurat asistența medicală gratuită pentru toți salariații ;
— a sporit contribuția combinatului pentru biletele de odihnă, tratament și recuperare oferite salariaților.

În același timp, s-au acordat concedii plătite la 230 salariate pentru creșterea copiilor pînă la un an.

În aceste condiții, se poate aprecia că C.S. „SIDEX "S.A. tinde să devină o „instituție de binefacere" cu implicații economice grave asupra însești existenței societății.

Se impun, astfel, măsuri energice de reducere a personalului, în special a celui care nu este legat direct de procesul de producție. Cu toate acestea, trebuie să luăm măsuri la fel de drastice și pentru asigurarea unei reale protecții sociale.

În acest sens, avem în vedere, în continuare, acțiuni mai importante care să garanteze protecția socială a salariaților, în primul rînd, prin creșterea cantității și calității produselor și serviciilor executate.

Înainte de toate vom acționa pentru redresarea și stabilizarea producției industriale la cel puțin 6 000 tone cocs metalurgic/zi și pentru elaborarea și prelucrarea unei producții medii de peste 12 000 tone oțel/zi.

Se va sista angajarea de personal nou introducîndu-se un sever proces de selecție chiar la absolvenții propriei școli profesionale.

Se va extinde și adînci sfera de activitate și răspundere a salariaților pentru lucrul bine făcut.

Au fost adoptate noi criterii de apreciere a eforturilor care constau în :
— realizarea obligațiilor asumate prin contracte ;
— reducerea consumurilor de materiale și energetice ;
— încadrarea în bugetele de venituri și cheltuieli și realizarea profitului.

Se vor continua acțiunile de organizare în regim de locații de gestiune a activităților auxiliare, conexe și de deservire (gospodăria anexă, cantine și microcantine, cămine, case de oaspeți, minihotel, activitatea de transport etc.).

Se va trece la organizarea locațiilor de gestiune ale unor ateliere, secții și uzine pe principiile autofinanțării și profitabilității.

Se vor organiza unele societăți comerciale satelit cu participarea de capital alături de alți agenți economici, persoane juridice și fizice (de import-export — SIDEX TRADING SRL, de valorificare a zgurilor de furnal, de transport fluvial, de reparații și servicii).

Se vor identifica activitățile și produsele care se pot realiza cu dotările existente, prin folosirea resurselor materiale și energetice secundare :

In these conditions it can be said that SIDEX Ltd. tends to become a „philantropic institution" with serious economic implications for the company.

Drastic measures must be taken to reduce the number of personnel, especially of those not directly involved in the production process. But at the same time, a responsable attention is granted to a real social protection for them.

With that end in view we have in mind for the near future, the following very important actions :

1) Stabilization of production at a level of 6,000 t/day metallurgical coke and of 12,000 t/day crude steel ;

2) To stop the employing of new personnel and to adopt a severe selection process even for our vocational school leavers. Widening of the activity field and of the responsability of the personnel for well done job, consisting of :

— fulfilment of the assumed obligations :
— diminishing of the materials and energy consumption ;
— realization of a profit.

3) Carrying on the organization, under the form of location of administration, of the ancillary activities (canteenes, guest housses, transport etc).

Adaptation of the same economic organizational form, for some technical units on principles of self-financing and profitability.

4) Setting-up of a satellite trading company SIDEX TRADING Ltd) for blast furnace slag recovery, riverine transport, repairing and services).

5) Identification of activities and products able to be realized on existent facilities with recovered materials and energy resources.

Organizing these activities as distinct trading companies or as location of administration.

Redistribution of the discharged personnel to the new self-financed activities.

The restructuring of our iron and steel industry is unavoidable.

— organizarea acestor activităţi ca societăţi comerciale distincte sau ca locaţii de gestiune;

— redistribuirea personalului disponibilizat prin restructurare la noile activităţi organizate, acestea acoperindu-şi cheltuielile din veniturile realizate.

Restructurarea este inevitabilă. Dacă dorim cu adevărat să asigurăm competitivitatea societăţilor noastre comerciale, trebuie ca, în paralel cu acţiunea de modernizare şi retehnologizare, să asigurăm o restructurare profundă în toate sectoarele de activitate, asigurînd şi protecţia socială corespunzătoare.

Avînd în vedere importanţa procesului de reformă, vom organiza un serviciu special care să se ocupe cu reorganizarea activităţilor, preluarea personalului disponibil, reconvertirea şi reorientarea acestuia la activităţile noi, fără afectarea cîştigurilor.

Socotim că acest proces este de durată, urmînd a se desfăşura eşalonat în perioada 1992—2000, perioadă în care personalul angrenat în producţia siderurgică se va reduce cu 1500—2000 oameni anual, în condiţiile redresării treptate a producţiei.

Această acţiune cere un mare efort de organizare şi conducere, care să menţină rentabilitatea şi competitivitatea societăţii dar şi minimizarea costurilor sociale.

If we truly wish to ensure competitivity to our trading companies, it is necessary, simultanconsly with the action of modernization to pass to a profound restructuring of all activity branches, being aware of the importance of the social protection.

Taking into account the importance of the reform process we shall organize a special office for activity reorganization and for reconversion of the personnel put in the reserve and its re-qualification, with no important earning cuts.

We are of the opinion that this is a long term process and, till the end of the century, the personnel involved in the steel production will be reduced each year with 1,500—2,000 people, in the conditions of a gradual straigthening of the production.

This action demands an important effort in the field of organization and management, to maintain the rentability and the competitivity of the company, not forgetting the socia costs.

TRATAMENTUL CONSECINȚELOR SOCIALE ALE PROCESULUI DE RESTRUCTURARE — EXPERIENȚA USINOR SACILOR

ALAIN DAVEZAC
Usinor Sacilor — Franța

TREATMENT OF THE SOCIAL CONSEQUENCES OF THE RESTRUCTURING PROCESS — THE USINOR SACILOR EXPERIENCE

ALAIN DAVEZAC
Usinor Sacilor

La mijlocul anilor '70, cei doi mari producători de oțel francezi, care vor fuziona zece ani mai tîrziu pentru a deveni Usinor Sacilor, au avut de înfruntat o mare criză industrială și financiară apărută ca rezultat al supracapacității.

Să amintim, pe scurt, principalele cauze ale supracapacității :

— anticiparea creșterii economice a fost supraevaluată, în special înainte de „șocul petrolului" de la jumătatea anilor '70, această anticipare ducînd la investiții prea mari;

— echipamentele au devenit mai eficiente, producția a crescut semnificativ, mărindu-se și randamentul ;

— noi producători au intrat pe piața mondială : Brazilia, Coreea de Sud ș.a. și noi produse de origine neferoasă au concurat și concurează încă produsele noastre.

În acest context, Comunitatea Europeană, care a fost inițial constituită în jurul tratatului pentru oțel și cărbune, a decis să pună la punct un plan general de reducere a capacităților finanțate în majoritate de către autoritățile europene sau interne. Acest plan a fost cunoscut ca „Primul Plan Davignon". Fiind student în acea perioadă, îmi amintesc de numeroase demonstrații pe străzile Parisului împotriva acestui „Plan Davignon", demonstrații care urmăreau să atragă atenția asupra lungului proces de restructurare a industriei noastre siderurgice.

În Franța, prima închidere semnificativă a unei întregi uzine a fost hotărîtă în 1979 ; ea a afectat Denain, în nordul Franței, unde mai mult de 7 000 angajați produceau în special produse plate în oțelăriile Siemens-Martin.

Imediat ce a fost anunțată această hotărîre, ea a devenit, din cauza importanței economice și sociale, o „problemă națională" și cred că dumneavoastră înțelegeți mai bine de ce, nu numai în țările dumneavoastră dar și în Vest, oțelul este totdeauna o „problemă națională".

As soon as the middle of the seventies, the two major French steel producers, which would merge ten years later to become the Usinor Sacilor group have had to face a major industrial and financial crisis, the core of which was an overcapacity issue.

Let us briefly remind the main reasons of this overcapacity :

— anticipation of the economic growth has been too high, especially before the "oil shock" of the mid-seventies, this anticipation having led to capacity-investments too numerous and important,

— equipments becoming more efficient, production was significantly raising, while yields were increasing,

— new producers were entering into the world market : Brazil, South Korea a.s.o. and new products of non ferrous origin were and still do compete with our products.

In this context the European Comunity, which let me remind you, was built up on the steel and coal treaty, decided to set up an overall plan of reduction of the capacities mostly financed by European or domestic authorities. This plan was known as the first "Plan Davignon" and I can remember being a student at that time, seeing the beginning of the numerous demonstrations in the streets of Paris against this "Plan Davignon", demonstrations which were going to emphasize the long restructuring process of our steel industry.

In France, the first significant closing of a whole plant was decided in 1979 ; it affected Denain in the north of France where more than 7000 employees were producing mainly flat products with Siemens Martin steelplants.

As soon as this decision was announced, it became, because of its economic and social significance, a "national affair", and I think you understand better than us why in your countries but also in the West, steel is always a "national affair".

Acesta este principalul motiv pentru care, atunci cînd vorbim despre ceea ce s-a întîmplat în industria franceză, trebuie mai întîi să descriem și să stabilim contexul specific în care s-a desfășurat acest proces de restructurare.

Dar, înainte de aceasta, să spunem cîteva cuvinte despre logica acestui proces, pentru a sublinia cum se înlănțuie în afacerile noastre logica industrială și socială.

Dumneavoastră știți mai bine decît mine că avem de-a face cu industria grea, care înseamnă dimensiunea și concentrarea oricărei probleme. Harta siderurgică din România nu este, în esență, foarte diferită de cea franceză la mijlocul anilor '70: cîteva uzine mari cu numeroși angajați, acoperind toate zonele geografice. În acest sens, decizia pe are urmează s-o luați va afecta întregul sistem economic și social.

Hotărînd să produceți numai cantitățile pe care sînteți capabili să le vindeți, ceea ce constituie legea de bază a pieței, va trebui, în mod necesar, să faceți o selecție a echipamentelor necesare; echipamentele înseamnă uzine, iar uzinele înseamnă lucrători.

Aceasta este problema care se pune continuu în afacerile noastre.

La începutul anilor '70, industria siderurgică franceză avea 160 000 de angajați; astăzi ea folosește cca 60 000, iar prețul plătit acestora poate fi estimat la cca 100 miliarde FF (majoritatea suportat de către autorități), statul francez fiind principalul acționar al grupului Usinor Sacilor.

Aceasta înseamnă că fiecare cetățean francez, plătind taxele sale între 1979 și 1989, poate să considere că a cheltuit în medie 20.000 FF pentru a permite desfășurarea procesului de restructurare.

Aceste cifre, mă refer la cifrele financiare, pot constitui subiect de discuții și am dorit să le menționez doar pentru a vă reaminti ceva ce știați. Dar, ele ne pun în fața unei probleme imense, iar industria siderurgică a suferit și continuă să sufere din această cauză.

Mesajul pe care aș dori să vi-l transmit este acela că noi ne-am confruntat deja cu această problemă dar ar fi imposibil de crezut că soluțiile pe care le-am găsit pot fi transferate imediat într-un context diferit. Nu se poate evita o transformare prealabilă.

Ca în multe alte țări, dar probabil mai mult decît oriunde, dezvoltarea industrială care a urmat după cel de-al 2-lea război mondial a creat un dezechilibru între Paris și restul Franței, ca și între diferitele regiuni ale Franței. Într-o carte publicată la începutul anilor '60, intitulată „*Parisul și deșertul francez*" apare problema situării uzinelor noastre în acel deșert.

Din cauza acestui dezechilibru, guvernul a hotărît să înființeze o agenție guvernamentală la care am să mă refer în această comuni-

This is the reason why when we talk about what happened in the French steel industry, we have first to describe and focus on the specific context in which this process of restructuring was driven.

Before entering this, may be a few words about the logic of the process, to outline how in our business industrial and social logics are linked.

You know better than me that we are dealing with heavy industry, that means dimension and concentration of any issue. The steel map of Romania is not in its logic very different of what was the French one in the mid seventies : few large plants with numerous employees, structuring whole geographical areas In that sense, the decisions you are going to take will affect an overall economic and social system.

By deciding to produce only the tonnages you are able to sell, which is the basic law of the market, you immediately face a necessary selection of the required equipments, and equipments mean plants and plants mean workers.

This is the continuous issue which underlies our business.

At the beginning of the seventies, the French steel industry was employing around 160 000 people in France, today it employs around 60 000, the price to pay for that could be estimated around 100 billions of French francs, mostly supported by the authorities, the French state being the owner of the steel group Usinor Sacilor.

That means that every French citizen in paying his tax between 1979 and 1989, could consider that he had spent an average 20 000 FF to allow this restructuring process.

These figures, I mean the financial ones, are of course subject of arguing, I wanted to mention them just to recall something you know, we are dealing with a huge problem, and the steel industry is going to suffer and continue to.

If there is anything I would like to deliver to you as a message, it is that we can explain to you how we have dealt with this question, but it would be hopeless to think that the solutions we have found can be immediately transferred in a different context. You cannot bypass a previous translation.

As in many countries, but may be more than elsewhere, the industrial development, which had followed the World War II, has created a desequilibrium between Paris and the rest of France and among the different French regions. A book published at the beginning of the sixties was so entitled „Paris et le désert français", the problem for us being that our plants are located in that desert.

Because of that desequilibirum, the French government decided at that time, to set up a governmental agency to which I am going

care cu numele său abreviat : DATAR, o agenţie pentru dezvoltarea şi planificarea regională.

Înfiinţarea acestei agenţii a fost o acţiune contra lungii tradiţii de centralizare care caracterizează tradiţia „iacobină" franceză. Scopul său iniţial a fost foarte ambiţios : să aloce sufiecienţi bani pentru a asigura o dezvoltare armonioasă a numeroaselor componente de pe teritoriul francez, în toate sensurile cuvîntului.

Din punctul nostru de vedere, unul dintre aceste scopuri a avut o importanţă deosebită : capacitatea de a atrage investiţii semnificative din partea companiilor interne sau străine şi posibilitatea de a le convinge pe acestea să investească într-un anumit loc şi nu în altul.

Un alt scop este dialogul dintre cei trei „actori" principali : statul, reprezentat prin agenţiile guvernamentale, compania, reprezentată prin conducerea sa, şi angajaţii, reprezentaţi prin sindicate. Fără acest dialog nu este nici o şansă de rezolvare a acestei probleme. Nu am de gînd să vă ţin un discurs despre relaţiile dintre sindicate şi conducere în industria siderurgică, dar aş dori să subliniez a doua problemă-cheie deoarece aceasta constituie un factor de succes.

Unul dintre motivele de stabilire a unui dialog continuu între Usinor Sacilor şi alţi parteneri implicaţi în acest proces a fost probabil faptul că statul este principalul acţionar al grupului nostru, dar, în acelaşi timp, în companiile private, care sînt confruntate cu acelaşi fel de probleme, lucrurile evoluează la fel.

Pentru a ţine sub control consecinţele sociale ale restructurării, trebuie mai întîi să informezi, să explici şi să ai argumente.

În 1984 a fost negociat şi semnat un acord între conducere şi uniunile sindicale, numit „*Convenţia generală de protecţie socială*", un acord general privind protecţia socială. Acesta a fost încheiat pentru a rezolva problemele puse de consecinţele procesului de restructurare din industria siderurgică. El acordă, „de facto" şi „de jure", oricărei persoane care lucrează în industria siderurgică, un statut specific în comparaţie cu media angajaţilor din Franţa.

Acum, cînd acest acord a luat sfîrşit şi cînd intrăm într-un nou proces, privind retrospectiv putem observa că mai mult de 45.000 de angajaţi au fost afectaţi de acordul respectiv.

Acordul prevedea principalele deziderate care puteau asigura un oarecare succes procesului :

— a fost discutat şi negociat mult timp cu uniunile sindicale ;

— a oferit timp pentru rezolvarea problemelor chiar la un nivel individual, timpul fiind de asemenea o condiţie sine qua non ;

— autorităţile publice au asigurat bani pentru finanţarea procesului ;

to refer all along this communication under its abbreviated name : the DATAR, an agency for regional planning and development. Installation of this agency was a move against the long tradition of centralisation which characterizes the French "jacobin" tradition. Its initial aim was an ambitious one, to allocate sufficient means to ensure an harmonious development of the numerous components of the French territory, in every meanings of the word.

Regarding our topic one of them was of a notable interest : the ability to attract significative investments to be done by domestic or foreign companies and to induce to locate them here rather than there. But let me just underline this, the ability to deal with the problem on a national basis and the existence of implements like the DATAR have been a key issue.

Another one is the dialogue between the three main "actors" : the State represented by the government agencies, the Company represented by its management and the Employees represented by their trade unions. Without this dialogue, there was no chance to deal with the issue. I am not going to deliver to you a speech about the relations between trade unions and management inside the steel industry, but I would like to underline this second key issue, because it is a constitutive factor of success.

One of the reasons for Usinor Sacilor to enter a continuous dialogue with the other partners involved in the process was may be the fact that the State is the only shareholder of our group, but at the same time, in private companies facing the same kind of problems, things were going the same way.

To keep the social consequences of the restructuring under control, you have first to inform, explain and be argumentative.

In 1981 was so negotiated and signed an agreement between the management and the unions called "la Convention Generale de Protection Sociale", an overall agreement regarding social protection. This agreement was set up to solve the problems lying in the consequences for the emplyoees of the restructuring process driven in the steel industry. It gave de facto and de jure to anybody working in a steelmaking company a specific status compared to the average employee in France.

Now that this agreement is over and that we are entering a new process, looking back we count up to more than 45 000 employees having been affected by this agreement.

This agreement provided the main requirements ensuring some success to the process :

— it had been discussed and negotiated for a long time with the unions.

— s-a asigurat conducerea pentru rezolvarea noilor implementări, în scopul evitării a ceea ce în Franța se numește „concediere totală", care înseamnă că, în momentul concedierii, statutul persoanei respective este determinat de legislația obișnuită. Acesta este un punct cheie asupra căruia vom reveni în cursul discuției noastre.

Acest acord general a fost inseparabil de implementarea, în fiecare uzină, a ceea ce noi numim „planuri sociale". Aceasta înseamnă că fiecare companie trebuie să anunțe, pentru următorii ani (doi sau trei), cîte persoane din fiecare categorie de angajați, de unde și cum, urmează să fie concediate.

Încă o dată experiența a dovedit că cele două concepte, acordul general și planificarea detaliată, sînt inseparabile. La cel mai descentralizat nivel, un atelier de exemplu, este necesară informarea și este nevoie de timp pentru acest proces.

Care au fost principalele elemente ale acestei componente : mai întîi a oferit oricărui angajat de peste 50 de ani posibilitatea de a-și părăsi serviciul și de a deveni ceea ce noi numim o „persoană pensionată înainte de termen".

Dacă îmi este permis, voi insista asupra acestui statut care nu este chiar al cuiva care s-a pensionat după o îndelungată viață activă. Un pensionat înainte de termen se întreține cu o pensie care se situează între salariul pe care l-a avut și pensia pe care o va avea. În aceste circumstanțe, el poate lucra ca consultant și își poate aduce experiența intactă încă în interesul și beneficiul unei organizații, al unei comunități sau chiar al unei companii. Nu spun că aceasta este unica soluție, dar este cea mai bună realizare în economiile vestice și s-a dovedit profitabilă, dacă este bine dirijată, pentru ambele părți. Pensionarea înainte de termen a afectat aproape 60% dintre plecări, dar, bineînțeles, aceasta numai dacă aveți de-a face cu persoane de peste 50 de ani, pentru că, într-un astfel de proces, trebuie să luați în considerare și persoanele mai tinere, în special atunci cînd urmăriți închiderea unei oțelării sau a unui furnal unde, este evident, nu veți găsi toți angajații cu vîrsta de peste 45 sau 48 de ani.

Pentru aceste persoane, acordul general a prevăzut un statut specific, pe care noi l-am numit „concediu de specializare-recalificare". Trebuie să admit incapacitatea mea de a explica această sintagmă fără să pierd ideea principală care rezidă în asocierea celor trei termeni : „concediu", care înseamnă vacanță sau zile libere, „specializare", care înseamnă perfecționare, și „recalificare", care conține după cum vă imaginați ideea de schimbare.

Experiența personală mă determină să vorbesc despre reangajarea care este un pur sole-

— it provided time to solve the question, even at an individual level ; time being also a sine qua non requirement,

— public authorities were providing money to finance the process

— it induced the management to set up new implementations to avoid what we call in France "licenciement sec", which means that when you are dismissed, your status is ruled by the common law. This is a key point upon which we are going to come back in our discussion.

This overall agrements was inseparable of the implementation, plant by plant, of what we call "plans sociaux", social planning, It means that the company announces for the following years (two or three), how many people among each category of employees when and where, are going to leave.

Once again our experience is that the two concepts : overall agreement and detailed planning are inseparable. At the most decentralized level a workshop for instance, it provides information and time to the process.

What were the main elements of this compound : first, it provided an opportunity for any employee over 50 to quit his job and become what we call an "early-retired" person. May I insist on that status which is not the one of somebody who is retired after a long active life. An early, retired lives on a pension which amounts to something between his past wage and his future pension. Under certain circumstance, he may work as a consulting and bring his unbroken experience and skill for the benefit of an organization, a community and even a comany. I am not saying that this new status is "the" solution, but that it is now highly developped in western economies and profitable if well managed, for both parts. Early retirement has affected almost 60% of the departures, but of course even if you are able to deal with these persons over fifty, during such a process you have to take into account the younger ones, especially when you are implementing the closing of a steelplant or a blast furnace where obviously you do not find everybody over forty-five, forty-eight.

For these persons, the overall agreement was providing a very specific status which we have called "Congé Formation Conversion", I have to admit my unability to translate it without loosing the main idea which lies under the association of the three words : "congé" means holiday or vacancies, "formation" is traininng and in "conversion" you cas imagine that there is some idea of changing. Personally, my experience induces me to talk about reemployement which is a pure sclecism but explains what idea is lying inside the concept.

To explain you this CFC, I would look to the case of someone of thirty living in the north

cism dar explică ideea că stă la baza acestui concept.

Pentru a vă explica acest CFC (congé formation-conversion) aș dori să vă expun cazul unei persoane de 30 de ani, care trăia în nordul Franței și care lucra la un laminor pentru produse lungi în anul 1985. S-a hotărît oprirea laminorului și închiderea uzinei.

Persoana în cauză are de făcut o primă alegere între două posibilități : dacă și-a găsit singur un alt serviciu, el poate părăsi compania și va primi ceea ce noi am numit „capitalizarea", adică o sumă de bani reprezentînd indemnizația de somaj și suma totală echivalentă cu cel puțin salariul pe doi ani. De ce doi ani ? — pentru că, și acesta este punctul cheie al sistemului, dacă salariatul respectiv dorește, poate să rămînă în companie pentru maximum doi ani, să fie plătit și să urmeze un program de instruire a personalului care să-i ofere posibilitatea de a-și găsi un serviciu la una din companiile care oferă locuri de muncă în interiorul sau în afara industriei siderurgice.

Aș vrea să reiau aceste aspecte și să le dezvolt.

Cel care este afectat de pierderea serviciului poate să rămînă pe statul de funcțiuni pentru maximum doi ani dacă dorește să capete statutul CFC. El va primi 85% din salariul avut, după ce i s-a reținut impozitul.

În această perioadă, el va urma un curs de instruire care îi va da posibilitatea de a-și găsi un nou serviciu. Ipoteza de bază pentru alcătuirea programului de instruire este constituită atît din felul de calificare și noile servicii oferite în împrejurimile companiei respective, cît și din felul de calificare actuală a unui angajat individual. Perfecționarea este una dintre cele două probleme principale atunci cînd se ia în discuție reangajarea. Nu vreau să vă învăț acum ce fel de ocupații se pot găsi într-o uzină siderurgică dar îmi pot imagina cît este de dificil pentru cineva care a lucrat la furnal să se adapteze unui serviciu în alimentația publică sau într-o uzină de componente electronice. Prima lecție de pe urma experienței noastre este aceea că trebuie luate în considerare, pentru programul de specializare, locurile de muncă așa cum există sau cum vor exista în anii viitori în afara industriei siderurgice și să se lucreze pe baza acestor fapte.

Din păcate, atunci cînd se închide o uzină cu 5 000 de angajați, este afectată puternic vitalitatea mediului economic, iar noile locuri de muncă nu se creează în dimineața următoare.

Aceasta înseamnă că un muncitor specializat, gata să preia un nou loc de muncă, va trebui probabil să se agite pentru a găsi acel loc de muncă.

Posibilitatea oamenilor de a se deplasa este un alt element-cheie al procesului. Este uneori foarte dificil, în special pentru acea categorie

of France and working on a rolling mill for long products in the year 85. Decision is taken to stop the mill and to close the shop.

Our man will have a first choice to do between two opportunities : if by himself, he has found another job, he can quit the company and will receive what we have called his "capitalisation", it means a total amount of money representing his redundancy compensation and the equivalent sum of almost two years wages. Why two years ? because, and this is the core of the system, if he wants to, he can stay with the company for a maximum of two years, be paid, and get a personal training program enabling him to hold a new job, among the ones the copmany will have to propose him inside or outside of the steel industry.

Let us recall each of these items : Anybody affected by the loss of his job can stay on the payroll for a maximum of two years, if he decides to enter the CFC status. He will get 85% of his past after tax wage.

During this period, he will get a training shaped to enable him to answer opportunities of new jobs. The basic assumption when shaping the training program is that you have to cross what kind of skill, new jobs offered in the environment of the company require, and the present skill of an individual employee. Training is one of the two key issues when talking about reemployment I am not going to learn you what kind of jobs you find in a steel plant, but you can imagine how difficult it is to hire someone coming from a blast furnace in the neinghbouring fast-food or components plant. The first message given by our experience is that you have to take into account in this shaping of the training sessions, the jobs as they exist or are going to exist in the coming years outside the steel industry and to build on these facts.

Unfortunately, and we are going to adress this second issue later, when you are closing a plant with 5 000 employees, you drastically affect the vitality of its economic environment and new jobs are not created the following morning. It means that a newly skilled worker ready to take a new job, will probably have to move to find it.

To enable people to move is another key issue of the process. It is something very difficult especially for these kind of workers we all know, who were born in the area and have begun to work very soon in the steel company. In that case, if you want someone to move, you have to take care about his own motivation but also his family ability to do it : his wife's job, his children's school ... and to offer him

de muncitori pe care o cunoaștem foarte bine, aceia care s-au născut în zona respectivă și care au început foarte devreme să lucreze într-o companie siderurgică. În acest caz, dacă dorim ca muncitorul respectiv să se deplaseze, trebuie să avem în vedere atît motivația sa cît și posibilităţile familiale de a face acest lucru : serviciul soţiei, școala copiilor etc. și, de asemenea, trebuie să i se ofere o sumă de bani pentru acoperirea cheltuielilor cerute de deplasare.

Un alt element care împiedică oamenii să-și schimbe locul de muncă este diferența de salariu între cel din industria siderurgică și cel din afara acesteia.Acesta este motivul pentru care Usinor Sacilor a fost obligat să prevadă o compensaţie care trebuie plătită cuiva care a găsit un nou loc de muncă și l-a acceptat pierzînd o parte din salariul avut anterior. Această compensaţie, plătită în întregime la început, a scăzut de-a lungul celor doi ani care au urmat.

Toate aceste implementări din cadrul CFC au fost realizate pentru a oferi muncitorilor posibilitatea de a găsi noi locuri de muncă, deoarece ultima dar și cea mai importantă caracteristică a acestui statut a fost dreptul de a primi alte oferte de locuri de muncă direct de la compania respectivă.

Dacă a fost disponibil un loc de muncă într-o altă uzină a companiei și dacă specializarea cerută a fost corespunzătoare, atunci compania are obligaţia de a propune acordarea acestui loc cuiva din interiorul ei. Aceste transferuri au fost considerate noi locuri de muncă, deoarece majoritatea dintre ele au necesitat specializări noi și deplasare de la serviciul anterior.

În orice caz, compania a fost obligată să propună două noi oferte în afara ei, aceasta constituind un mod specific de lucru.

Ideea care stă la baza acestui principiu este aceea că nu trebuie să existe concediere temporară în industria siderurgică și că orice persoană care își pierde serviciul are dreptul să-și găsească un altul.

Pentru a identifica noile locuri de muncă care se oferă, Usinor Sacilor a înființat, în toate zonele unde se află uzinele sale, niște grupuri numite „SODI".

Primul obiectiv al acestora a fost atragerea de noi companii din zonă pentru a ajuta stabilirea localizării domeniilor neexploatate din apropiere ; al doilea a fost acela de a ajuta firmele existente în împrejurimi să facă față problemelor economice provocate de închiderea sau de scăderea activităţii în industria siderurgică. Ambele obiective au drept scop crearea unor noi locuri de muncă.

Patru dintre aceste grupuri au fost create între 1984 și 1986 : SODINOR în nordul Franței, SODIEST în Lorena, SOCADEX în Normandia, SODICENTRE în centrul și sudul Franței.

some money to cover the expenses due to his moving. Another thing which very often prevents people from changing job is the difference of wage between a position inside the steel industry and outside. This is the reason why Usinor Sacilor has been forced to imagine a compensation to be paid to someone finding a now job and taking it but losing some part of his wage. This compensation fully paid in the beginning was then decreasing along two years.

All these implementations inside the „CFC" frame were designed to enable workers to find new jobs, because the last but most specific characteristic of this status was the right to receive other job offers directly from the company.

If a position was available in another plant of the company, if the skills required were corresponding, then before hiring someone from outside, there was an obligation to propose it to the precited people. These transfers have been considered as new jobs because most of the time they implied new skills and a necessity to move.

In any case, the company was obliged to propose two new job offers outside the company, and this is may be the most important matter of specificity.

The idea behind that was that there would not be any laying off in the steel industry and that anyone losing his job had the right to find another one.

To find these new jobs to be offered, Usinor Sacilor set up in every area where its plants were located new bodies called "les SODI".

Their first obiective was to attract new companies in these areas in helping them to invest in a greenfield location in the vicinity ; the second one was to help the existing firms around to withstand the economic damages caused by the closing or the decreasing activity of the steel industry. Both of the objectives aiming to the creation of new jobs.

Four of these bodies have been created between 1984 and 1986 : SODINOR in the north of France, SODIEST in Lorraine, SOCADEV in Normandy, SODICENTRE in the center and the south of France. Together they gather with their central management, more than 100 people divided in four teams :

Preferential loans (loans with low interest rates), were the main financial bargains proposed to the companies ready to create new

Acestea, împreună cu conducerea centrală, cuprindeau un efectiv de mai mult de 100 persoane împărțite în patru echipe.

Se acordau împrumuturi preferențiale (împrumutri cu dobîndă mică), în care principalele tranzacții financiare propuse companiilor erau destinate creării de noi locuri de muncă și recrutării personalului venit din industria siderurgică. Pentru o parte din aceste împrumuturi, a căror sumă totală a fost hotărîtă conform unui plan de afaceri alcătuit de companie, SODI poate oferi ajutoare specifice pentru a construi o nouă amplasare sau pentru a realiza o supraveghere a pieței, fie prin finanțarea acestor acțiuni, fie prin creditarea cuiva angajat de Usinor Sacilor la compania care a avut nevoie de acest ajutor.

Acesta a fost considerat, de asemenea, un mijloc de apărare a siguranței noului proiect și, astfel, a noilor locuri de muncă care vor fi create.

Aceste ajutoare vor constitui un plus adăugat celor deja furnizate de autoritățile publice la nivel regional sau național (de exemplu subsidiile oferite de DATAR) pentru a determina companiile să-și aloce fondurile de investiție în zonele afectate de scăderea activității în siderurgie.

La organizarea unor „mese rotunde" cu reprezentanți ai autorităților publice, ai băncilor, ai Camerelor de comerț, SODI a fost capabilă să ofere investitorului un ansamblu financiar atrăgător, la dispoziția sa; dacă a fost gata să propună noi locuri de muncă, atunci acestea ar fi trebuit să fie oferite mai întîi persoanelor care veneau din industria siderurgică.

În 1986, în nordul Franței, la Dunkerque, din cauza căderii industriei navale, s-a adăugat un nou instrument de lucru: „zona de întreprindere", o măsură specifică care permite situarea oricărei investiții noi în această zonă, liberă de taxe pe o perioadă de zece ani.

Aceste ajutoare oferite de către autoritățile publice sau de către SODI au fost primite de 1866 companii între 1985 și 1989, ele permițînd înființarea a 26.192 locuri de muncă în această perioadă, dintre care mai mult de 4 000 au fost ocupate de către persoane provenite din industria siderurgică, iar unele dintre locurile de muncă suplimentare fiind ocupate de rudele acestora.

În afara principalului obiectiv de a ajuta la crearea unor noi locuri de muncă prin realizarea de noi investiții și de a propune aceste locuri de muncă persoanelor venite din industria siderurgică, aceste SODI au jucat un rol important în restructurarea economiei din regiunile afectate. Noile companii care investesc în aceste zone ar putea fi, datorită afacerilor foarte diversificate, mult mai puțin dependente de industria siderurgică.

jobs and to recruit people coming from the steel industry. Apart from these loans the amount of which was decided according to a business plan prepared by the company, the SODI could offer specific helps to build a new location or to conduct a market survey ... either by financing them, or by lending someone employed by Usinor Sacilor to the company which needed that help.

This was also considered as a mean to ensure the reliability of the new project and so, of the new jobs to be created.

These helps were a plus added to the ones already brought by the public authorities at the regional or national level (for instance subsidies coming from the DATAR) set up to induce the companies to locate their investments in the areas affected by the decreasing of steel activity.

In organizing "round tables" with people coming from the public authorities, bankers, representatives of the Chambers of Commerce .. ... the SODI was able to offer to the investor an attractive financial package, at his disposal, if he was ready to propose the new jobs he was going to offer, first to the people coming from the steel industry.

In 1986 in addition to this, in the north of France in Dunkirk because of the collapse of the ship building industry, was added a new tool : the "Enterprise Zone", a specific measure allowing any location of a new investment in this area, to be free of benefit tax for a ten years period.

These helps given by the public authorities or the SODI have been received by 1866 companies between 1985 and 1989, they allowed the implementation of 26 192 new jobs during the same period, whose more than 4 000 have been taken by employess coming from the steel indutry and some additionnal of them by their relatives.

Besides their main objective to help create new jobs through new investments, and to propose them to people coming from the steel industry these SODI have played an important role in the restructuring of the economy of the affected regions. New companies investing in these areas could be in very different businesses much less dependent from the steel industry.

Au fost efectuate multe studii și este foarte dificil să se calculeze exact costul de creare a unor locuri noi de muncă. Unele cifre oferă o calculație de 50 pînă la 100 000 de franci pentru fiecare nou loc de muncă, fără să se ia în calcul capitalul cheltuit de companie în acest scop.

Acesta poate să pară foarte scump, dar în mod sigur este mai puțin costisitor decît plata ajutorului de șomaj pentru un anumit număr de luni și chiar de ani.

Această organizație s-a dovedit eficientă, după părerea noastră, deoarece s-a constituit într-o verigă între crearea de noi locuri de muncă și capacitatea companiilor siderurgice de a propune muncitori recalificați pentru a prelua noile locuri de muncă. Această verigă este esențială pentru succesul procesului. Un alt element esențial este acela că noile locuri de muncă nu au fost create doar pentru persoanele direct afectate, dar și pentru familiile acestora, participînd astfel la redezvoltarea generală.

Acesta este, pe scurt, modul în care compania Usinor Sacilor a înțeles să rezolve consecințele sociale ale procesului de restructurare, soluționînd problema locurilor de muncă.

Materialul de față pune mai multe întrebări decît cele la care răspunde și, bineînțeles, eu sînt gata să discut despre aceasta cu dumneavoastră.

Many studies have been done and it is very difficult to calculate precisely the cost of the creation of the new jobs. Some figures give the calculation of 50 to 100 000 francs to be brought per new job, not taking into account the capital expenditure of the company itself.

This may seem very expensive, but surely less than to have somebody on unemployment compensation for a certain number of months, or even years.

This organisation proved to be efficient in our opinion because there was a link between the creation of new jobs and the ability of the steel companies to propose newly skilled workers to take these jobs. This link is an essential one for the success of the process. Another one being that these jobs were not only created for the people whose job was in the steel industry directly affected, but also for their relatives, and so participating to the overall redevelopment.

This is briefly introduced how our company USINOR-SACILOR managed the social consequences, mainly in terms of employement, of the restructuring process.

PRIVATIZAREA INDUSTRIEI SIDERURGICE DIN ROMÂNIA. DREPTUL DE PROPRIETATE AL ANGAJAȚILOR

THE ROMANIAN STEEL INDUSTRY PRIVATIZATION EMPLOYEE OWNERSHIP

CHARLES A. BRADFORD
UBS Securities Inc.

CHARLES A. BRADFORD
Vice President UBS Securities Inc. (Subsidiary of Union Bank of Switzerland)

Dreptul de proprietate al angajaților în industria siderurgică — o posibilă soluție de privatizare fără constituirea unui capital

Începînd din anul 1987, o serie de companii siderurgice din Vest au început să vîndă acțiuni la cetățeni particulari. Unele acțiuni au fost preluate de guvernele respective, cum a fost cazul lui British Steel, dar majoritatea au fost preluate fie de un mic grup de investitori particulari, fie de proprii angajați, ca Oregon Steel și Weirton Steel. Unele companii siderurgice au fost, de asemenea, vîndute altor fabricanți de oțel, cum a fost recenta cumpărare de către Birmingham Steel a firmei Seattle Steel și cumpărarea de către Usinor Sacilor (acționar Guvernul francez), acum cîțiva ani, a companiei J și L Speciality Steel (S.U.A.). Armco Inc. este acum în curs de cumpărare a firmei Cyclops (un fabricant de oțeluri speciale), iar Krupp este gata să preia firma Hoesch în Germania.

În Vest, vînzarea de acțiuni este o situație relativ simplă. O dată efectuată o investigație detaliată (datoriile achitate și compania sigură din punct de vedere financiar și/sau cu perspective bune), problema constă în determinarea prețului adevcat care îi va convinge pe investitori să cumpere acțiuni ale „noilor" întreprinderi.

Deoarece există un număr mare de alți fabricanți de oțel ale căror acțiuni sînt deja vîndute la diverse burse de valori, se poate fixa o valoare adecvată a acțiunilor noii companii prin compararea profiturilor, a circuitului financiar și a activelor acesteia cu cele ale altor companii existente. O întîlnire cu consiliul de administrație al companiei poate realiza prezentarea în fața investitorilor a fondurilor de pensie, a companiilor de asigurare și a fondurilor reciproce. In timpul întîlnirilor, consiliul de administrație (inclusiv directorul executiv,

Employee Ownership in the Steel Industry A Possible Solution to Privatization without An Established Capital Market

Since 1987, a number of western steelmakers have issued shares to private citizens. Some had been owned by their government, such as British Steel, but most had been owned by either a small group of private investors, or by their employees, such as Oregon Steel and Weirton Steel. Some steel companies have also been sold to other steelmakers, such as Birmingham Steel's relatively recent purchase of Seattle Steel and Usinor Sacilor's (French government owned) purchase a few years ago of J&L Speciality Steel (US). Armco Inc. is currently in the process of buying Cyclops (a speciality steelmaker) and Krupp is taking over Hoesch in Germany.

In the West, the sale of shares is a relatively simple situation. Once a detailed investigation is conducted (due diligence) and the company is found to be financially sound and/or with an attractive outlook, the problem involves determining the appropriate price that would induce investors to invest buy into the "new" enterprise. Since there are a large number of other steelmakers whose shares already are traded on the various stock exchanges, an appropriate value can be put on the shares of the new company by comparing their earnings, cash flow, asset values etc. with other existing companies. A "road show" with company senior management makes presentations to large investors, such as pension funds, insurance companies and mutual funds. During the presentations (meetings), the senior management (including the chief executive officer, chief financial officer and often the chief operating officer) describe the company, its position within its industry, the near and long term outlook

directorul economic şi chiar directorul tehnic) descrie compania, poziţia acesteia în industrie, perspectivele afacerilor apropiate şi pe termen lung, precum şi proiectele pe care conducerea le-a făcut referitor la banii obţinuţi din vînzarea acţiunilor. Majoritatea acestor prezentări sînt „foarte" formale şi dacă dimensiunea companiei este suficient de mare întîlnirile pot fi organizate în Europa, în Statele Unite şi în Japonia. Dar, în final, pentru a convinge investitorii să cumpere noile acţiuni se oferă o mică reducere faţă de valoarea acţiunilor companiilor comparabile.

Este evident faptul că apar probleme în momentul în care se oferă acţiuni în ţările cu „noi pieţe libere". Mai întîi, o piaţă financiară nu poate exista în contextul unui număr mare de companii comparabile. În al doilea rînd, poate să nu existe un număr mare de investitori potenţiali (cu cantităţi importante de bani). În al treilea rînd, şi posibil cel mai important punct, nu există o tradiţie în ceea ce priveşte vînzarea acţiunilor. Regulile contabile, titlurile de proprietate, autorizaţia legală constituie tot atîtea probleme complicate.

Vînzarea unei companii din Vest către o alta necesită o analiză similară şi un memoriu de ofertă. Dacă compania realizează un flux financiar abundent (profituri plus depreciere şi după cheltuirea capitalului) este de obicei vandabilă.

De obicei, o astfel de companie din industria metalurgică se va vinde la un circuit financiar brut de patru-şase ori mai mare (profituri plus depreciere). Aceasta corespunde, adesea, unui preţ mai mare decît acela realizat prin vînzarea acţiunilor către public, dar are drept rezultat pierderea controlului companiei asupra noilor acţionari, care pot să nu aibă ca obiectiv interese pe termen lung, comune cu cele ale companiei şi ale angajaţilor acesteia. În Europa de Est, cu toate incertitudinile existente, un cumpărător extern al unei companii urmăreşte să plătească foarte puţin şi caută să obţină o rată foarte mare de profit înainte de a fi interesat. Aceasta, după părerea noastră, nu constituie o poziţie bună.

Există, totuşi, o alternativă posibilă care se poate constitui într-o etapă intermediară şi care poate contribui la îmbunătăţirea eficienţei afacerilor existente şi poate oferi angajaţilor, care îşi vor pierde serviciul sau l-au pierdut deja, ceva de valoare. Forma de participare despre care discutăm implică luarea în proprietate parţială de către angajaţi a unui mare număr de acţiuni, ceea ce în S.U.A. se numeşte ESOP (Planul de cumpărare a acţiunilor de către angajaţi).

Aş dori să menţionez faptul că luarea în proprietate totală de către angajaţi nu se poate realiza în industriile cu capital intensiv, cum

for its business and what ever plans that the management has with the money to be raised with the share offering. Most of these presentations are very formal and if the size of the company is large enough, the "road show" may be done throughout Europe, the United States and Japan. But in the end, in order to induce investors to put up their money for the new shares, a small discount is offered from the value of comparable companies.

Clearly, there are problems in offering shares in the newly "free market" countries. First, a financial market does not exist with a large number of comparable companies. Second a large pool of potential investors with ample amounts of money) may not exist. Third, and possibly the most important point, is that a tradition of share ownership does not exist. Accounting rules, titles to property, legal authorization, etc., are all complications.

Selling a company in the West to another requires a similar analysis and an offering memorandum. If the company is generating free cash flow (profits plus depreciation and after capital spending) an enterprise is usually salable. Usually such a company in the metals industry would sell at between 4 and 6 times gross cash flow (profits plus depreciation). This often works out to a higher price than would be achieved by selling shares to the public, but means the loss of control of the company to the new owners, who may not have the long term interest of the company and its employees as an objective. In Eastern Europe, with all the uncertainties, an outside buyer of a company is likely to either want to pay, very little and will seek a very high rate of profit before being interested. Thus this, in our opinion, may not be a good option.

There is, however, a possible alternative that may be useful as an interim step and which may both help in improving the efficiency of existing businesses and would offer employees who leave (or lose) their jobs something of value. The form of ownership that we are talking about involves partial employee ownership, what is called an ESOP (Employee Stock Ownership Plan) in the United States. I would argue that full employee ownership does not work in capital intensive industries, such as the steel industry, although even full ownership may work over the short term. The percent of employee ownership that makes economic sense would vary with the circumstances of the company, but it is important to point out that these shares would not be freely tradable immediately (employees could only sell their shares after leaving the company), but would receive a dividend out of annual earnings (paid quarterly.) In most ESOPs in the United States, the employees actually buy their shares, but they do not put up any cash to do so. The money is

este industria siderurgică, deşi chiar proprietatea totală poate să funcţioneze pe termen scurt. Procentul de proprietate al angajaţilor, care să fie justificat din punct de vedere economic, va varia în funcţie de situaţia companiei, dar este important de subliniat faptul că aceste acţiuni nu vor fi negociabile, în mod liber, imediat (angajaţii îşi vor putea vinde acţiunile numai după ce părăsesc compania), dar se vor plăti dividende din profiturile anuale (plătite trimestrial). În numeroase sisteme ESOP din S.U.A., angajaţii îşi cumpără într-adevăr acţiunile, dar nu trebuie să depună o sumă în numerar pentru aceasta. Suma este împrumutată şi achitată din profituri. Cantitatea de acţiuni pe care fiecare angajat o poate primi este determinată de vechimea (numărul de ani în aceeaşi companie) şi de poziţia sa în cadrul companiei (posibil şi de nivelul salariului).

Printre avantajele unei astfel de structuri se numără şi acela că oferă un stimulent pentru îmbunătăţirea performanţei individuale, dar aceasta funcţionează numai dacă anagajatul este plătit „cash" (dividende), în mod frecvent, şi dacă rezultatele financiare ale corporaţiei sînt clare şi uşor de înţeles. Aceasta duce la următoarea întrebare : cît din profitul companiei poate fi plătit sub formă de dividende? Răspunsul depinde de puterea companiei de a realiza profituri. Este necesar ca stimulentul să fie suficient pentru a fi semnificativ, dar compania nu se poate afla în situaţia ca fluxul său financiar să nu fie în concordanţă cu necesarul de capital cheltuit. Avem exemple pentru ambele situaţii : sisteme ESOP, care au avut un succes foarte mare, şi altele care au nevoie de restructurare. Sistemele ESOP au funcţionat bine atît ca productivitate cît şi ca randament. Ca soluţie pe termen mai lung, nu sînt sigur că forma de proprietate ESOP funcţionează bine în industriile cu capital intensiv, dar, din cîte observ, această formă de proprietate a angajaţilor pare să fie „foarte" indicată pînă cînd pieţele de capital vor fi mai bine dezvoltate, (cazul României şi al ţărilor esteuropene).

Premise

Înainte de a se definitiva o corporaţie privată şi pentru a trata, în mod onest, atît cu angajaţii săi cît şi cu fostul proprietar (probabil guvernul) este necesar un volum mare de informaţii şi nu doar de date generale privind compania şi angajaţii săi. Este necesară o analiză completă privind pieţele de desfacere ale companiei, privind concurenţii acesteia şi furnizorii. Este necesar, de asemenea, un sistem contabil care să reflecte, în mod real, veniturile, toate costurile şi taxele. Consiliile de administ-

borrowed and repaid out of earnings. The amount of shares that an individual employee would receive would be determined by his seniority number of years with the company and his status within the company (possibly his salary level).

Among the advantages of such a corporate structure is that it can offer an incentive for improved individual performance, but [this only works if the employee gets cash payments (dividends) frequently and if the corporation's financial resuls are both clear and easily understood. That leads to the next issue. How much of the company's earnings can be paid out in the form of dividends? The answer relates to the profitability of the company or the potential for profitability. The incentive needs to be enough to be meaningful, but the company can not be in a position that its retained cash flow is inadequate for required capital spending. We have examples of both situations, ESOPs that have been very successful and others in need of further restructuring. The successful ESOPs, however, have worked quite well, with both productivity and ouptut soaring. From a longer term standpoint I am not sure that the ESOP form of ownership works well in capital intensive industries, but as I understand the situation in Romania and in other eastern European countries, employee ownership seems to make a great deal of sense until capital markets are better developed.

Prerequisites

Before any private corporation can be set up and fairly treat both its employees and its former owner (presumably the government), a great deal of information needs to be developed and not just data on the company and its employees. An analysis of the markets served by the company, its competitors and its suppliers is required. An accounting system that truly reflects revenues, all costs and taxes is required. Managements must be trusted to be honest with its employess and must not change any incentive plans once the payouts increase significantly. It is thus very important that any structure put into place be durable and well thought. I know of a number of instances where the incentive payments to employees got to be quite large due to good performance, but where the company's management changed the program the following year such that the employees' income was reduced back to the starting point. This was extremely harmful to employee morale and productivity dropped since higher productivity only led to a lower share of the company's profits. Systems need to be put into place to quickly track incoming orders,

traţie trebuie să fie bneste cu angajaţii lor şi nu trebuie să schimbe planurile de stimulare atunci cînd plăţile cresc în mod semnificativ. Astfel, este foarte important ca orice structură realizată să fie durabilă şi bine gîndită.

Cunosc un număr de cazuri în care plata stimulentelor către angajaţi putea să fie substanţială datorită bunelor performanţe realizate, dar conducerea companiilor a schimbat programul pentru anul viitor, astfel încît venitul angajaţilor s-a redus. ajungînd la punctul de pornire. Acest fapt a fost deosebit de neplăcut pentru moralul angajaţilor, iar productivitatea a scăzut, deoarece productivitatea mare realizată anterior a dus doar la obţinerea unei părţi mai mici din profiturile companiei.

Aceste sisteme necesită întocmirea şi comunicarea rapidă a ordinelor de plată a veniturilor, a producţiei, productivităţii şi a oricărui plan de stimulare. Informaţia este cheia succesului dar se poate dovedi necesar ca angajaţii să fie instruiţi pentru ca toate aceste date să fie complet înţelese. Aceste informaţii trebuie să aibă o credibilitate totală.

Angajatul (sau grupul de angajaţi) trebuie să fie capabil să înţeleagă ceea ce face el şi modul în care performanţele sale influenţează compania, în general, şi implicit venitul său.

Procedura

Procedura tipică în ţările din Vest, pentru ca o companie să fie vîndută fie altei companii, fie publicului (persoane individuale), poate să înceapă într-o manieră similară. În ambele cazuri, Comitetul de conducere al companiei trebuie să înţeleagă ceea ce face şi trebuie să ia hotărîrile adecvate care autorizează tranzacţia.

Următorul pas obişnuit pentru conducerea companiei este să investigheze procedurile adecvate care au fost folosite de alte companii; majoritatea recurg la bancherii de investiţii pentru sfaturi. Se realizează un plan de afaceri, de obicei pe o perioadă de cinci ani, atît pe industrie cît şi pentru compania în cauză. Trebuie folosiţi economişti şi diverşi consultanţi pentru a pune la punct planul şi pentru a-i conferi acestuia credibilitate. Dacă o companie urmează să fie vîndută altei companii (sau unui mic grup de investitori) este necesară o declaraţie de ofertă şi procedurile de vînzare pot să înceapă. Acestea pot să varieze de la o tranzacţie negociată la o licitaţie. Dacă un bancher de investiţie urmează să efectueze tranzacţia, firma acestuia trebuie să facă o investigaţie a companiei dumneavoastră pentru a verifica încă o dată proprietatea companiei şi activele acesteia, justeţea planului de afaceri şi a prognozelor, precum şi pentru a înregistra orice mod legal care poate influenţa un cum-

production, productivity and any incentive plan. Information is the key to success, but it may also be necessary to train employees so that the data can be fully understood. This data must have complete credibility. The employee (or groups of employees) must be able to understand the impact of what they do and how their performance affects the total company and subsequently their income.

Procedure

The typical procedure in the western countries for a company to either be sold to another company or to be sold to what we call the public (individuals) can start in a similar fashion. In both cases the company's Board of Directors must understand what they are doing and must pass appropriate resolutions authorizing the transaction.

The next usual step is for the company management to investigate the appropriate procedures that have been used by other companies and most end up using investment bankers for advice and counsel. A business plan is developped, usually with a five year forcast of both the industry and the company required. Economists and various consultants may be used to put together the plan and may add to its credibility. If a company is to be sold to another company (or small group of investors), an offering statement is needed and procedures for the sale have to be developed. These can vary from a negotiated transaction to an auction. If an investment banker is doing the transaction, that firm needs to do an investigation of your company, what we call "due diligence", to double check the ownership of the company and its assets, the reasonableness of the business plan and forecasts and to check into any legal matter that can impact a buyer to insure full disclosure of all pertinent information about the company. Although the investment banker works for the company, a responsible firm will want to both protect its reputation and its clients from dishonesty and thus carefully double check all the data and forecasts of the company with independent analysis.

The potential buyers will also want to fully investigate the company, its markets and customers and potential. Since each side of a transaction may have an investment banker for advice, each usually gives an opinion about the fairiness of the transaction and its value.

If shares of stock are to be offered to invididual outside investors (or employees) more complete analysis is required by the investment banker since these potential buyers are considered to be "unsophisticated". The investment bankers need to be convinced that the company is viable over the longer term, both

părător să se asigure în privința dezvăluirii totale a tuturor informațiilor pertinente privind compania. Cu toate că bancherul de investiții lucrează pentru companie, o firmă responsabilă va dori să-și protejeze reputația și clienții, și astfel să verifice cu atenție toate datele și prognozele companiei prin analize independente.

Cumpărătorii potențiali vor dori, de asemenea, să cerceteze în întregime compania, piețele acesteia și clienții actuali sau potențiali. Deoarece fiecare parte aflată într-o tranzacție poate să aibă drept consultant un bancher de investiție, fiecare oferă de obicei o părere despre obiectivitatea (onestitatea) tranzacției și despre valoarea sa.

Dacă acțiunile din stoc vor fi oferite unor investitori individuali externi (sau unor angajați) este necesară o analiză și mai completă efectuată de către bancher, deoarece acești cumpărători potențiali sînt considerați ,,simpli". Bancherul de investiție trebuie să fie convins de viabilitatea companiei pe termen lung, atît din punct de vedere financiar, cît și de lucru. În Statele Unite o declarație de ofertă, numită prospect, este completată printr-o agenție a Guvernului S.U.A., numită ,,*Securities and Exchange Comission*" (SEC). Înainte ca acțiunile să fie oferite publicului, SEC revizuiește documentele și oferă o informare completă și diversă înainte de a aproba oferta. Rapoartele din afara companiei trebuie, de asemenea, să certifice că standardele și dările de seamă contabile sînt corecte și ,,reflectă în mod onest poziția companiei".

Pînă la apariția acestui material se oferă un prospect preliminar potențialilor investitori (sau angajați). Dacă acțiunile vor fi oferite unor investitori din afară, prezentările vor fi făcute de către conducerea superioară a companiei investitorilor potențiali prin ,,turneul" (road show) menționat mai sus. Deși, de obicei, bancherul de investiție va sfătui conducerea companiei și consiliul de conducere privind prețul care ar putea fi obținut pentru acțiuni, ,,turneul" poate avea o mare influență asupra prețului. Dacă investitorii sînt impresionați de potențialul companiei și au încredere în capacitățile conducerii, vor dori să plătească mai mult pentru acțiuni.

În mod clar, aceste proceduri nu sînt identice pentru cazul în care angajații sînt aceia cărora li se ,,dau" sau li se vînd acțiuni ca parte a unui *Plan de luare în proprietate de către angajați.*

Dacă se urmărește realizarea unui ESOP ca parte din planul de afaceri, conducerea companiei și consilierii acesteia trebuie să considere ce formă de participare la profit este adecvată pentru profiturile curente. Un procent de 10 pînă la 20% din profiturile neimpozate pare să constituie norma din Statele Unite, dar au

from a financial and an operating standpoint. In the United States, an offering statement, called a prospectus, is filled with an agency of the U.S. government called the Securities and Exchange Commission (SEC). Before the shares can be offered to the public, the SEC reviews the documents and may ask for more complete or different information before giving approval for the offering. The company's outside accounts must also certify that its accounting standards and reports are accurate and ,,fairly reflect the company's position".

While this process is occurring,a preliminary prospectus is offered to the potential investors (or employees). If the shares are to be offered to outside investors, presentations are made by the top management of the company to potential investors, the "road show" mentioned earlier. Although the investment banker usually will advise the company's management and Board of Directors with the price that they expect to be able to obtain for the shares, the "road show" can have a major influence on the price. If investors are impressed with the potential for the company and have confidence in the capabilities of the management, they usually will be willing to pay more for the shares. Clearly these procedures are not quite the same if employees are to be "given" or sold the shares as part of an Employee Stock Ownership Plan.

If an ESOP is to be put into place, as part of the business plan, the management of the company and its advisors need to consider what form of profit sharing is appropriate out of current earnings. Ten to twenty percent of pretax earnings seem to be the norm in the United States, but much higher figures have also been tried. You have to decide how much money is necessary for a meaningful incentive and balance that against the company's need for new equipment and capital spending as well as the need to pay a dividend to the shareholders. Profit sharing is usually paid out according to the skill level of the employee and his rank in the enterprise. As an added incentive and as a step toward full privatization, giving shares to employees, usually based upon seniority and rank (or pay scale), will help get shares into outside hands (eventually without the need for an immediate share offering to outsiders. The employee shares would be restricted as far as resale is concerned, unless the employee retired or was fired (other than for certain causes such as dishonesty, theft, etc.). An employee that quits for another job would lose his shares unless the company wanted to reduce its employment and used the ability to retain the shares as an incentive to get people to "retire" early. Although the restricted shares could not be sold, they would receive a dividend (out of earnings) in cash (prefera-

fost încercate cifre și mai mari. Dumneavoastră trebuie să hotărîți cîți bani sînt necesari pentru un stimulent semnificativ și să comparați aceasta cu necesarul companiei de noi echipamente și capital, precum și cu necesitatea de a plăti dividende deținătorilor de acțiuni. Participarea la profit este plătită, de obicei, conform nivelului de pregătire al angajatului și situației sale în întreprindere. Ca un adaos la stimulente și ca o etapă către privatizarea totală, preluarea acțiunilor de către angajați pare bazată, de obicei, pe vechime și pe situația din întreprindere (sau pe nivelul de salarizare), ajutînd la vînzarea acțiunilor în afară (eventual), fără necesitatea oferirii imediate a unei părți din acțiuni către extern. Acțiunile angajaților nu vor putea fi vîndute, cu excepția cazului în care angajatul se pensionează sau este concediat. Un angajat care își părăsește serviciul pentru un alt loc de muncă își va pierde acțiunile, cu excepția cazului în care compania dorește să-și reducă personalul și atunci păstrează acțiunile ca un stimulent pentru pensionarea înainte de termen. Deși acțiunile limitate nu pot fi vîndute posesorilor, aceștia vor primi dividende (din profit) în bani lichizi (de preferință cu plata trimestrială). Suma plătită ca dividende poate să determine valoarea acțiunilor și suma constantă a dividendelor poate fi foarte importantă, promițătoare și cu tendință ascendentă. De exemplu, dacă a fost plătit un dividend de 1,00 $/acțiunea din stoc, mă aștept ca acțiunile să se vîndă la o valoare cuprinsă între 15 și 25 $. Dacă compania se află într-o dezvoltare rapidă, avînd mare nevoie de bani lichizi în interior, investitorii vor plăti, de obicei, mai mult pentru acțiunile cu un dividend dat.

Totuși, dacă afacerile companiei au un potențial redus de dezvoltare, investitorii vor urmări un coeficient mai mare (dividendul împărțit la prețul acțiunii). Aceasta depinde mult de cîștigurile din investiții obținute din investițiile alternative. De exemplu, dacă „salvatorii" pot să găsească bănci pentru plata unei cote-părți mari, în ceea ce se consideră a fi conturi sigure, investitorii vor cere un coeficient mai mare pe acțiuni pentru a se pune la adăpost de riscuri.

Astfel, în Statele Unite, comparația între cotele de venituri începe, de obicei, cu dividendele bonurilor trezoreriei S.U.A. care sînt considerate ca cele mai sigure investiții. În România, o alternativă de investiție comparabilă va putea fi stocul companiilor standard și al celor siderurgice care va fi evaluat probabil în consecință.

Avantajul deținerii de acțiuni într-o piață deschisă, chiar dacă numai pentru un timp, este acela că nu este necesară existența unor garanții mari și sigure pe piață. O dată ce a fost determinată valoarea unei acțiuni pe o piață

bly paid quarterly). The amount of the dividend may determine the value of the shares and a steady dividend amount can be quite important, hopefully with an upward bias. For example, if a dividend of $ 1.00 was paid per share of stock, I would expect the shares to sell within a range of $ 15 to $ 25. If the company were rapidly growing and had large (and highly profitable) internal cash needs, investors usually will pay more for shares with a given dividend. However, if the company's business has little growth potential, investors will seek a higher yield (dividend divided by the share price). A lot depends upon the investment returns of alternative investments. For example if savers could get banks to pay a high interest rate on what are considered to be safe savings accounts, investors would require a higher yield on shares to adjust for a higher risk. Thus in the United States, interest rate comparisons usually start with the yield on U.S. Treasury bonds, which are considered to be the safest investment. In Romania, a comparable alternative investment would set the standard and the steel company's stock would probably be priced accordingly.

The advantage of getting shares into the open market, even if only a few at a time, is that a large and weatlthy securities market is not necessary. Once a share value is determined in the open market (shares from retired or fired workers), the company itself may be able to sell additional shares to help fund the company and to establish a larger capital base. As an equity base is built up, it should become easier for the company to borrow money, as well. Lender clearly care about the size of the equity base below their loan.

The first significant ESOP in the steel industry in the United States was Weirton Steel, which was sold to its employees by National Steel, the previous owner, in January 1984. The alternative to the Weirton Steel ESOP probably would have been the complete closure of the mill. Later in 1984 Oregon Steel became an ESOP when its management and employees bought the company from its previous owners. Since that time a partial (and small) ESOP was formed at Inland Steel, but this was more designed to protect the company from being acquired by an unfriendly outsider, rather than to aid productivity and employee wealth.

Only the Weirton and Oregon Steel ESOPs were truly and totally employee owned, but the Weirton structure was not viable over the long term., probabily due to terms demanded by the United Steelworkers union and the use of an investment banker unfamiliar with the capital needs of the steel industry. Under the terms of the Weirton ESOP, employee profit-sharing rose to 50% (from 33%) of pretax

deschisă (acțiuni de la angajați pensionați sau concediați) compania însăși poate să vîndă acțiunile suplimentare pentru a ajuta fondurile companiei și pentru a stabili o bază mai largă de capital. În momentul în care s-a stabilit o bază de dividend, compania poate mai ușor să împrumute bani. Creditorul are desigur grijă ca mărimea bazei de dividende să se situeze sub împrumutul acordat.

Primul sistem ESOP semnificativ din industria siderurgică a Statelor Unite a fost Weirton Steel, care a fost *vîndut* angajaților săi de către National Steel, proprietarul anterior, în ianuarie 1984. Alternativa la sistemul ESOP al Weirton Steel ar fi fost probabil închiderea completă a laminorului. Spre sfîrșitul anului 1984 Oregon Steel a devenit un ESOP, conducerea și angajații acestuia cumpărînd compania de la proprietarii anteriori. Începînd de atunci s-a mai format un ESOP parțial (și mic) la Inland Steel, dar acesta a fost destinat protejării companiei de preluarea ei de către un proprietar extern ostil, mai degrabă decît să ajute creșterea productivității și a siguranței angajaților.

Numai sistemele ESOP de la Weirton și Oregon Steel au devenit proprietatea totală și reală a angajaților, dar structura de la Weirton nu a fost viabilă pe termen lung, probabil datorită condițiilor cerute de Sindicatul United Steel-Workers și folosirii unui bancher de investiții nefamiliarizat cu cerințele capitalului din industria siderurgică. În sistemul ESOP de la Weirton, partea de profit a angajatului s-a ridicat la 50% (de la 30%) din beneficiu (înainte de impozitare), în momentul în care compania a realizat un cîștig net în valoare de 250 milioane de dolari. Totuși, printre măsurile companiei s-a numărat și recumpărarea tuturor acțiunilor angajaților la pensionarea acestora sau cînd aceștia au părăsit compania din alte motive. Compania a rămas astfel cu puțini bani pentru modernizarea instalațiilor, care era absolut necesară. Intervenții majore necesitau atît laminorul de benzi la cald, cît și oțelăria și instalația de turnare continuă. Weirton Steel a angajat un nou bancher de investiție, a schimbat procentul de participare la profit la 33% și a vîndut acțiuni publicului, eliberîndu-se astfel de responsabilitatea de a recumpăra acțiunile angajaților. Din păcate, relația dintre angajați (proprietari) și conducere nu a fost niciodată prea amicală. A fost inițiat un program masivde investiții, care a inclus reconstrucția laminorului de benzi la cald, dar compania și-a epuizat fondurile și are mari probleme cu punerea în funcțiune a laminorului reconstruit. Compania continuă să aibă angajați în plus și s-a dovedit neprofitabilă în ultimii ani.

Pe de altă parte, Oregon Steel a avut un foarte mare succes. Randamentul său a crescut de patru ori în cei doi ani de la formarea sistem

income once the company reached an accounting net worth of $250 million. However, as part of the arrangement, the company also had to repurchase all employee shares when they retired or otherwise left the company. The company was thus left with little money to modernize its plants, which were in great need. Its hot strip mill dated from 1937 and both its steelmaking shop and continuous caster need major work. Weirton Steel engaged a new investment banker, changed its profit sharing percentage to 33%, and sold shares to the public, thus removing itself from the liability of repurchasing the employee shares. Unfortunately, the relationship between the employees (the owners) and the management was never very congenial. A massive capital spending program was started which included the rebuilding of the hot strip mill, but the company ran out of money and had major problems restarting the newly rebuilt rolling mill. The company continues to have excess employees and has been quite unprofitable during the last couple of years.

On the other hand, Oregon Steel has been a major success story. Its output increased by four fold within two years of the ESOP formation and this was with 20% less employees. The company did replace its two electric furnaces with one ultra high power unit, but most of the rest of the company's facilities were not changed during the early years of the ESOP. The company turned around from being a large money loser to become the most profitable steelmaker in the United States in terms of operating profit (or net profit) per ton of deliveries. The company was able to buy two other steel processing facilities (a wide plate mill and a wide diameter line pipemaking plant) and also sold shares to the public. Oregon Steel has some of the same problems of Weirton, but its profit-sharing was only 33%, which the employees voted to change to 20% prior to the company going public. The company's investment banker was able to show the employees that the dividends on the shares that they owned would be increased and would offset the lower profit-sharing percentage. The change in the profit sharing plan was put to a vote by the employees and the results was almost unanimous in favor of the proposed change.

mului ESOP și aceasta cu un personal redus cu 20%. Compania a înlocuit cele două cuptoare electrice cu o instalație de mare putere, dar majoritatea instalațiilor companiei nu au fost schimbate în primii ani de la formarea ESOP-ului. Dintr-o companie mare consumatoare de bani aceasta a devenit cel mai profitabil fabricant de oțel din Statele Unite, avînd în vedere profitul net pe tona de produse. Compania a fost capabilă să cumpere două noi instalații de prelucrare a oțelului (un laminor pentru tablă lată și o uzină de țevi cu diametru mare) și, de asemenea, să vîndă acțiuni către public. Oregon Steel are și ea unele dintre problemele întîlnite la Weirton, dar cota-parte din profitul ei a fost de numai 33%, iar angajații au votat ca aceasta să fie de 20% înainte ca compania să devină publică. Bancherul de investiție a fost capabil să demonstreze angajaților că dividendele pentru acțiunile pe care le dețin vor crește și vor compensa procentul scăzut pe care îl are cota-parte. Schimbarea planului de împărțire a profitului a fost supusă votului angajaților și rezultatul a fost aproape în unanimitate favorabil schimbării propuse. Totuși, imediat ce Oregon Steel s-a eliberat de obligația de a recumpăra acțiunile angajaților, compania a fost capabilă să permită creșterea capitalului investit, să achite împrumuturile și este gata acum să achiziționeze noi laminoare și instalații. În 1991, Oregon Steel a fost singurul producător de oțel din America de Nord care a avut un profit mai mare decît în 1990, aceasta în ciuda recesiunii. În plus, angajații au devenit bogați, considerați individual. Toți membrii sistemului ESOP inițial au devenit milionari dacă au investit cota-parte din profit în acțiunile companiei. O parte importantă care a contribuit la succesul sistemului ESOP în Oregon Steel a fost conducerea, care a participat alături de eforturile angajaților și nu a abordat o poziție superioară.

Una dintre caracteristicile de la Oregon Steel, în afară de faptul că este încă un sistem ESOP parțial, este aceea că angajații și conducerea au găsit mijloacele de modernizare a uzinelor fără să se risipească banii. Banii au fost cheltuiți pentru transformarea cuptorului electric într-un tip de cuptor de mare putere care dă acum 31 de șarje de oțel (95 tone) pe zi, fiind cel mai bun din Statele Unite. Compania este capabilă să realizeze mai mult de 750 000 t la un cuptor, o performanță remarcabilă în comparație cu cele 100 000 t produse înainte de de formarea ESOP, atunci cînd compania avea două cutoare electrice.

Datorită extinderii și achiziționării unor uzine închise, compania a fost capabilă să-și dezvolte mult forța de muncă. Prin creșterea necesarului de angajați, cei existenți nu s-au mai temut de concedieri pentru creșterea eficienței. Într-o situație în care lo-

However, once Oregon Steel was released from its liability to repurchase employee shares, it was able to let increase its capital spending, repay borrowings and is now set to acquire other steel mills or facilities. During 1991 Oregon Steel was the only steelmaker in North America to increase its profitability compared to 1990 despite the recession. In addition, the employees individually became quite rich. All of the original ESOP members, if they put their profit,-sharing into company shares, have become millionaires. Part of what made the Oregon Steel ESOP successful was the management which participated along with the mill employees evenly and did not seek a „super" position.

One of the characteristics of Oregon Steel, apart from still being a partial ESOP, is that its management and employees have found ways to modernize their plants without throwing money at problems. Money has been spent to upgrade their electric furnace into an ultra high powered variety which is now getting 31 heats of steel (95 tons) per day, the best in the United States. The company is now able to produce more than 750,000 tons of steel from one furnace, a remarkable performance compared to the 100,000 tons produced prior to the ESOP, when the company had two electric furnaces.

Partially due to its expansion and partially due to the acquisitions of closed plants, the company has been able to sharply increase its work force. By increasing the need for employees, existing workers did not fear the push for greater efficiency, which would normally reduce manning. In a situation where employment has to be reduced before a facility can become efficient and output growth opportunity do not exist, the process is more difficult since workers usually attempt to stretch out production (projects) in order to save their jobs.

Let me show you some charts that show the recent history of Oregon Steel and the impact of the ESOP, formed in late 1984. Clearly strong economic growth in the United States during the 1983 to 1990 period helped the company, but Oregon Steel was the most profitable steelmaker in the U. S. in terms of operating profit per ton of steel delivered and its re-

curile de muncă trebuie reduse înainte ca o instalație să devină eficientă, iar posibilitatea de creștere a productivității nu există, procesul este mai dificil deoarece muncitorii preferă să lucreze suplimentar fără să fie plătiți, în scopul păstrării locului de muncă.

Permiteți-mi să vă arăt acum cîteva grafice care prezintă dezvoltarea recentă a lui Oregon Steel și impactul sistemului ESOP format în 1984 (fig. 1—5). Puternica creștere economică din Statele Unite în perioada 1983—1990 a ajutat compania dar Oregon Steel a fost cel mai profitabil producător de oțel din S.U.A. cu un profit net pe tona de oțel produs, iar rezultatele sale s-au îmbunătățit chiar în 1991, un an de recesiune în care chiar marii producători de oțel din țară au fost neprofitabili. Totuși, sistemul ESOP singur a avut numai o parte de contribuție la succesul companiei Oregon Steel. Conducerea și angajații acesteia lucrează împreună și nu sînt separați în două tabere conducere-muncitori, structură obișnuită la majoritatea produ-

sults improved even in 1991, a recession year when most major U. S. steelmakers were unprofitable. However, being an ESOP alone was only part of what has made Oregon Steel successful. Its management and employees work together and are not separated into management vs. labour, the structure at most steelmakers. Each can see the impact of their contribution on their income and job security.

But, let me reiterate the differences between a partially employee owned company and the sale of the entire company to outside investors. With a partial ESOP, where the shares are "given" to the employees, an incentive is created to help the company do well, especially if the employees benefit rather quickly. In addition, the employees can build up their personal wealth as the shares, hopefully, increase in value

Fig. 1

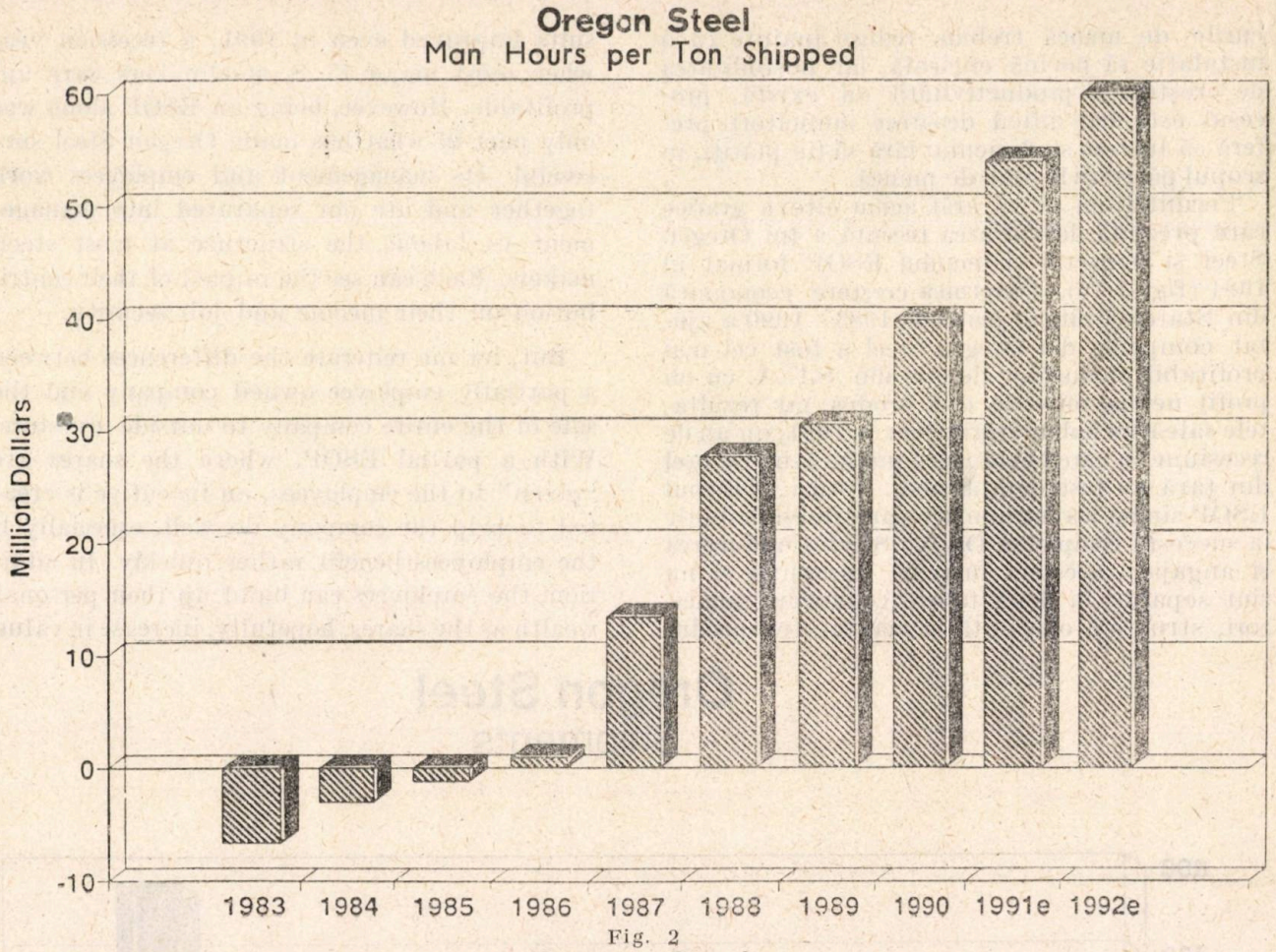

Oregon Steel
Man Hours per Ton Shipped
Million Dollars
60
50
40
30
20
10
0
-10
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991e
1992e

Fig. 2

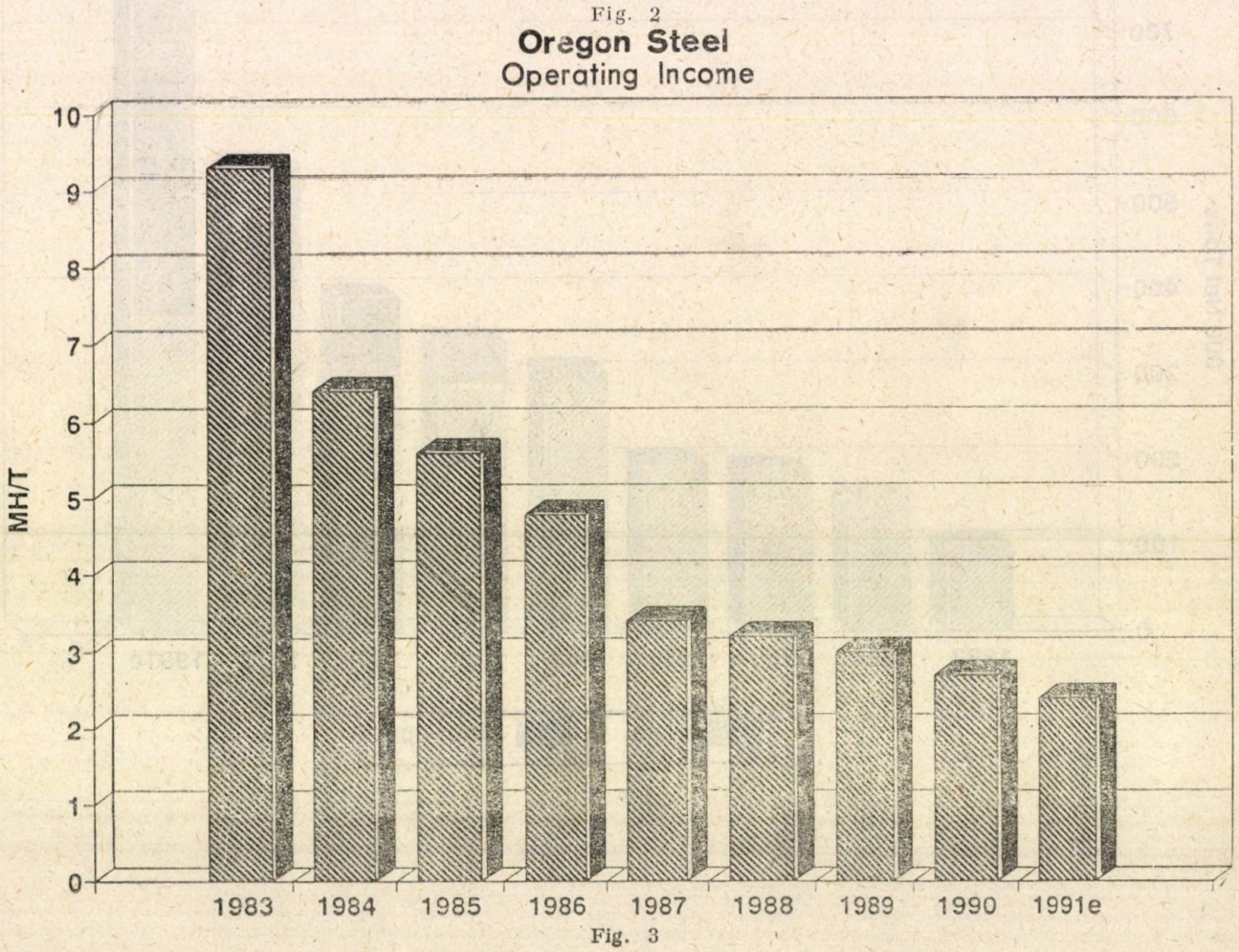

Oregon Steel
Operating Income
MH/T
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991e

Fig. 3

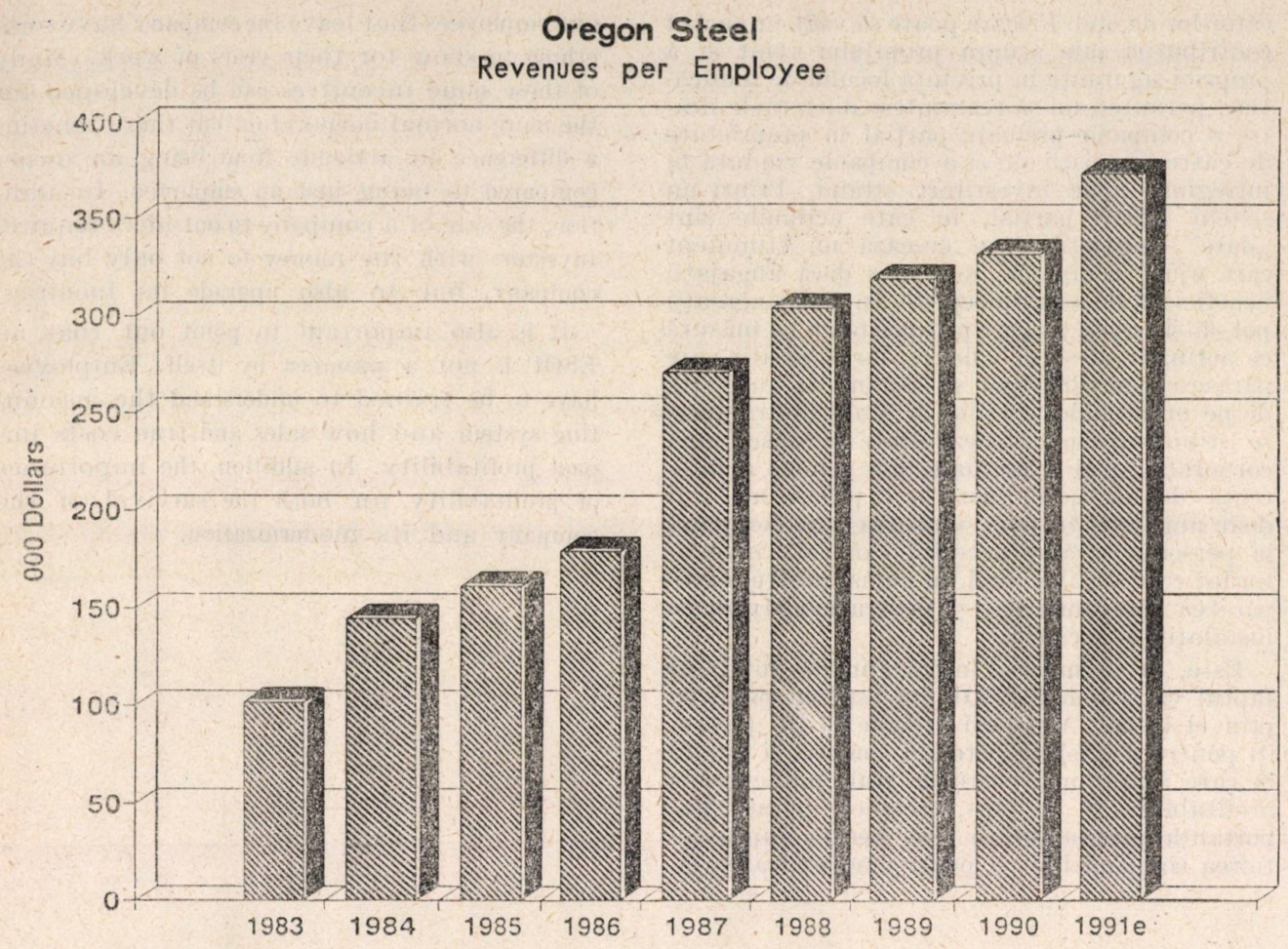
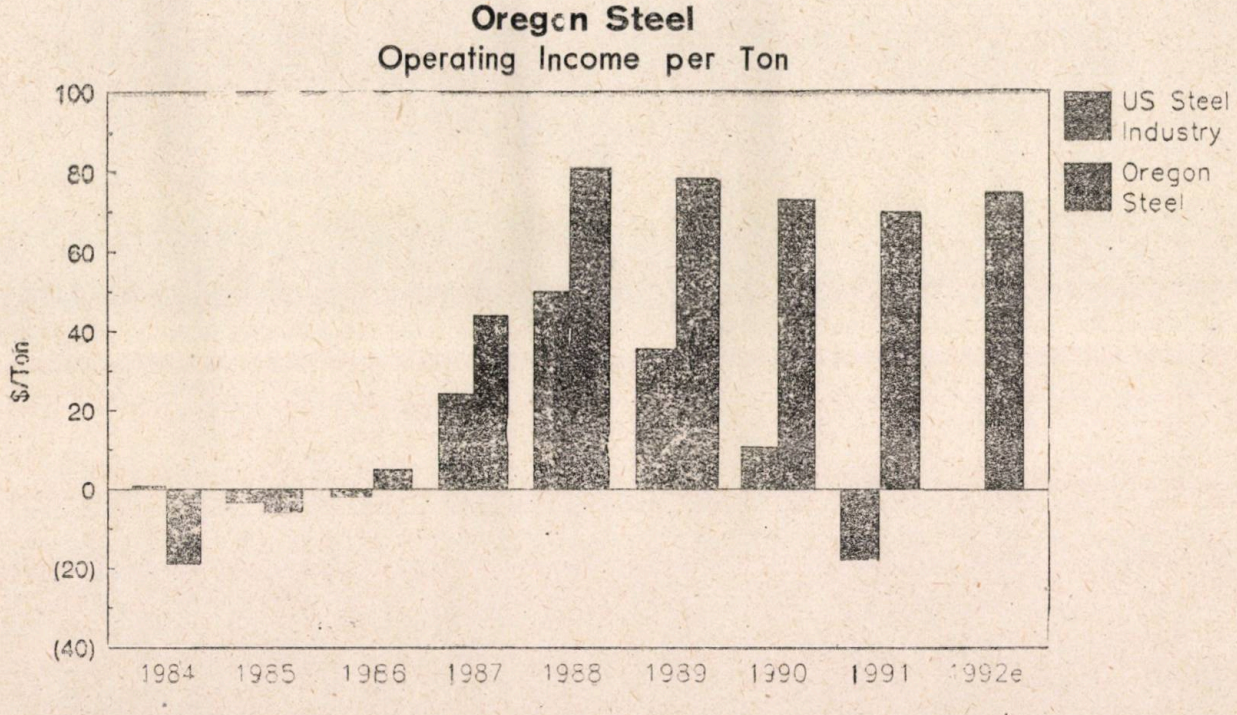


Fig. 4



Industry = Six Largest Producers

Fig. 5

cătorilor de oţel. Fiecare poate să vadă impactul contribuţiei sale asupra propriului venit şi a propriei siguranţe în privinţa locului de muncă. Dar, permiteţi-mi să reamintesc diferenţele dintre o companie preluată parţial în proprietate de către angajaţii săi şi o companie vîndută în întregime unor investitori străini. Printr-un sistem ESOP parţial, în care acţiunile sînt „date" angajaţilor, se creează un stimulent care ajută compania, mai ales dacă angajaţii beneficiază de aceasta repede. În plus, angajaţii pot să-şi creeze singuri prosperitatea pe măsură ce acţiunile cresc în valoare, iar angajaţii care părăsesc compania pot să rămînă cu un cîştig de pe urma anilor de muncă. Multe dintre aceste stimulente pot fi dezvoltate în sensul unei corporaţii „mai " normale, dar rămîne o diferenţă de altitudine între a fi proprietari a fi doar angajaţi. În plus, vînzarea unei companii la persoane străine necesită existenţa investitorilor care să aibă banii nu numai pentru cumpărarea companiei dar şi pentru modernizarea instalaţiilor acesteia.

Este, de asemenea, important de subliniat faptul că sistemul ESOP nu este un panaceu prin el însuşi. Angajaţii trebuie să fie instruiţi pentru a înţelege sistemul contabil şi modul în care vînzările şi costurile reale influenţează profitabilitatea. În plus, trebuie înţeleasă importanţa profitabilităţii atît pentru supravieţuirea companiei cît şi pentru modernizarea ei.

and employees that leave the company have something to show for their years of work. Many of these same incentives can be developed for the more normal corporation but there remains a difference in attitude from being an owner compared to being just an employee. In addition, the sale of a company to outsiders requires investors with the money to not only buy the company, but to also upgrade its facilities.

It is also important to point out that an ESOP is not a panacea by itself. Employees have to be trained to understand the accounting system and how sales and true costs impact profitability. In addition, the importance of profitability for both the survival of the company and its modernization.

EXPERIENȚA CE ÎN DOMENIUL RESTRUCTURĂRII SIDERURGIEI

GIANFRANCHI GIANCARLO
Director general pentru afaceri pe piața internă

EXPERIENCE CE EN MATIÈRE DE RESTRUCTURATION SIDERURGIQUE

GIANFRANCHI GIANCARLO
Principal Administrator, Internal Markets and Affairs, E.E.G.

Un cadru juridic specific

Tratatul CECA este un instrument specific de integrare europeană a două sectoare considerate în epoca respectivă (1951) ca prioritare din punct de vedere strategic : cărbunele și oțelul.

El stabilește o legătură directă între o instituție internațională (Comisia -înaltă autoritare) și întreprinderile din cele două sectoare, oferind Comisiei instrumente de lucru care sînt de competența sa, și anume :

— în materie de informație, ceea ce a permis Comisiei să creeze un important sistem de informație (aparat statistic stabil) și consultări periodice cu producătorii, consumatorii și muncitorii pentru a determina acțiunea Comisiei pe termen scurt, mediu și lung ;
— în materie de concurență unde, în virtutea Tratatului CECA, Comisia este singura competentă să reglementeze comportarea întreprinderilor (acorduri și concentrări) și ajutoarele de la stat, acestea din urmă fiind în principiu strict interzise.

Criza

Investițiile privind modernizarea și creșterea capacității legate de euforia expansivă a anilor '50 s-au prelungit chiar și după apariția primelor simptome de stagnare și de recesiune a pieței.

Intervenind și criza de energie, această stagnare s-a instalat în țările occidentale în același timp în care în țările în curs de dezvoltare apăreau noile investiții.

Supracapacitățile au devenit astfel foarte importante și cu caracter structural. Se revine la criză și intervenția Comisiei pe piețe devine necesară.

Măsurile anticriză

Planul anticriză pus la punct în 1980—'81 este centrat pe patru mari obiective :

Un cadre juridique spécifique

Le Traité CECA est un Instrument très spécifique d'Intégration européenne de deux secteurs considérés à l'époque (1951) comme prioritaires du point de vue stratégique : le charbon et l'acier.

Il organise un lien direct entre une Institution Internationale (la Haute Autorité — Commission) et les entreprises de ces deux secteurs, en donnant à la Commission des Instruments opérationnels qui sont de sa compétence propre, notamment :

— en matière d'information, ce qui a permis à la Commission de créer un important système d'information (appareil statistique stable) et de consultations périodiques avec les producteurs, consommateurs et travailleurs pour déterminer l'action de la Commission à court, moyen et long terme ;
— en matière de concurrence, où en vertu du Traité CECA la Commission est la seule compétente pour réglementer le comportement des entreprises (ententes et concentrations) et les aides d'état, celles-ci étant en principe strictement interdites.

La crise

Les investissements de modernisation et de capacité liés à l'euphorie expansive des années '60 se sont prolongés au-delà même des premiers symptômes de stagnation et de recul des marchés.

La crise de l'énergie aidant, cette stagnation s'est installés dans les pays occidentaux en même temps que de nouveaux investissements avaient lieu dans les pays en développement. Les surcapacités sont ainsi devenues très importantes et à caractère structural. On rentre dans la crise et l'intervention de la Commission dans les marchés devient nécessaire.

Les mesures anti-crise

Le plan anti-crise mis en place en 1980—81 s'articule autour de quatre grands volets :

— *Organizarea directă a pieței* printr-un regim de cotații obligatorii de producție și de livrare pentru întreprinderi, bazat pe propriile lor referințe istorice. Acest sistem a acoperit pînă la 85% din producția comunitară.

— *Obiectivul extern*, adică controlul importurilor mai ales printr-un sistem de autolimitare a exporturilor din partea terțelor țări.

— *Autorizarea* sub strictul control al Comisiei și pentru o perioadă de timp determinată *a ajutoarelor din partea statului* numai în scopul *restructurării* și pentru realizarea celor două obiective esențiale :

- reducerea capacităților globale : s-a ajuns de la 194,5 mil. t în 1980 la 165 mil. t în 1988 (CEE—12) ;
- viabilitatea întreprinderilor : criteriile de viabilitate financiară considerate au fost, de exemplu, acelea ca rezultatul brut al exploatării (RBE) să atingă 14—15% din vînzări (întreprinderi integrate) sau ca taxele financiare nete să nu depășească 4% din vînzări.

Măsuri complementare sociale și regionale

Avînd în vedere numărul mare de angajați pierduți și concentrarea geografică a acestora, Comisia a întreprins, pe de o parte, un ansamblu de măsuri sociale, în special de readaptare a mîinii de lucru și de ajutoare pentru pensionarea înainte de termen, și, pe de altă parte, măsuri de relansare a unor activități noi.

Evoluția locurilor de muncă (CEE — 12) :

1975 : 870000 muncitori
1980 : 672000 -„-
1988 : 409000 -„-

Noua politică siderurgică

Trebuie să se profite de pe urma situației economice generale pentru a plasa sectorul siderurgic într-un cadru concurențial cu deplina responsabilitate a întreprinderilor în ceea ce privește inițiativele și definirea strategiilor.

Investițiile *de modernizare*, în vederea asimilării cît mai rapide cu putință a noilor realizări tehnologice atît în domeniul procedeelor, cît și în cel al produselor, precum și stabilirea relațiilor foarte strînse între furnizori și clienți, vor constitui elemente de competitivitate pentru viitor.

Situația este identică pentru disponibilitatea *mîinii de lucru calificate*, exigențele de calificare devenind din ce în ce mai mari. Obligația de *protecție a mediului* se face, de asemenea, tot mai mult simțită.

— *L'organisation* directe du marché à travers un régime de quotas obligatoire de production et de livraison pour les entreprises, fondé sur leurs propres références historiques. Ce système a couvert jusqu'à 85% de la production communautaire.

Le volet externe, c'est-à-dire le contrôle des importations au travers, surtout, d'un système d'autolimitation des exportations de la part des Pays tiers.

— *L'autorisation*, sous strict contrôle de la part Commission, et pour une période de temps déterminée, *d'aides d'etat*, mais uniquement dans le cadre de la *restructuration* et au service de ses deux objectifs essentiels :

- *Réduction des capacités globales :* on est passé de 194,5 millions de tonnes en 1980 à 165 millions de tonnes en 1988 (CEE—12).
- *Viabilité des entreprises :* des critères de viabilité financière retenus étaient, par exemple, que le résultat brut d'exploitation (RBE) atteigne 14—15% des ventes (entreprises intégrées) ou que les charges financières nettes ne dépassent pas 4% des ventes également.

— *Mesures d'accompagnement social et régional*

Compte tenu du nombre important d'emplois perdus et de leur concentration géographique, la Commission a mis sur pied un ensemble de mesures sociales d'une part, notamment de réadaptation de la main d'oeuvre et d'aides financières à la pré-pension, et de mesures de relance de nouvelles activités économiques d'autre part.

Evolution de l'emploi (CEE—12) :

1975 : 870.000 travailleurs
1980 : 672.000 travailleurs
1988 : 409.000 travailleurs

La nouvelle politique siderurgique

Il faut tirer profit de la situation économique générale pour replacer le secteur sidérurgique dans un environnement concurrentiel avec une pleine responsabilité des entreprises en matière d'initiatives et de définition de stratégies.

Les investissements *de modernisation* en vue d'incorporer au plus vite les nouveaux développements technologiques aussi bien dans le domaine des procédés que des produits, et l'établissement de relations très étroites entre fournisseurs et clients, seront des éléments de compétitivité très importants dans le futur.

Il en va de même de la disponibilité de *main-d'oeuvre qualifiée*, les exigences de qualification devenant de plus en plus fortes. La contrainte de la *protection de l'environnement* se fait également de plus en plus pressante, mais elle pourrait être tournée en avantage comparatif par les entreprises („first mover advantage").

nea, din ce în ce mai presantă, dar aceasta ar putea să se transforme într-un avantaj pentru întreprinderi („avantajul celui care acționează primul").

Nu trebuie uitat că sînt necesare *eforturi de raționalizare, precum și reduceri ulterioare ale capacității* pentru ameliorarea procesului de producție (reducerea costurilor și/sau creșterea productivității) și că, în acest context, întreprinderile pot să-și dezvolte, în mod util, strategiile de cooperare (societăți mixte, acorduri de sinergie) pentru a favoriza operațiuni de raționalizare, în scopul evitării revenirii situațiilor de supracapacitate structurală.

Împreună cu liberalizarea pieței interne, politica comunitară de control al importurilor, față de unele terțe țări, care a însoțit măsurile privind criza internă, a fost progresiv înlocuită cu o deschidere totală începînd din 1988.

Pe plan internațional, această politică externă va fi curînd completată cu un consens multilateral în ceea ce privește oțelul, consens ale cărui negocieri se află în curs de desfășurare și în care Comunitatea va juca un rol preponderent, împreună cu principalii săi parteneri comerciali. Acest consens trebuie să ducă la o disciplină strictă în comerțul internațional cu produse siderurgice, în ceea ce privește sprijinul public și măsurile tarifare și netarifare.

Il ne faut pas oublier que des *efforts de rationalisation*) ainsi que d'ulterieurs reduction de capacite sont encore nécessaires pour améliorer l'efficience du processus de production (réduire des coûts et/ou augmenter la productivité) et que, dans ce contexte, les entreprises peuvent encore utilement développer des stratégies de coopération (joint ventures, accords de synergie, ...) favorisant des opérations de rationalisation, pour éviter le retour à des situations de surcapacités structurelles.

De pair avec la libéralisation du marché interne, la politique communautaire de contrôle des importations vis-à-vis de certains pays tiers, qui avait accompagnée les mesures de crise interne, a été progressivement remplacée, depuis 1988, par une ouverture totale.

Sur le plan international, cette politique extérieure se trouvera bientôt encadrée par un concensus multilatéral acier, dont les négociations sont en cours et où la Communauté jouera un rôle prépondérant conjointement avec ses principaux partenaires commerciaux. Ce consensus doit conduire à une discipline stricte dans le commerce international des produits sidérurgiques, en matière de soutien public et de mesures tarifaires et non tarifaires.

SITUAȚIA SIDERURGIEI ÎN LUME ȘI UNELE IMPLICAȚII PENTRU VIITORUL UZINELOR SIDERURGICE ROMÂNEȘTI

Dr. RICHARD METZLER
Mc. Kinsey Co.

THE WORLD STEEL ENVIRONMENT AND SOME IMPLICATIONS FOR THE FUTURE OF ROMANIA'S STEEL PLANTS

by RICHARD METZLER
Mc. Kinsey Co

Suportul statului și formarea prețului în economiile de piață. Adaptare la România

Industria siderurgică în Europa, S.U.A. și în unele țări a fost întotdeauna supusă intervențiilor importante ale statului, reflectînd filozofia politică pentru fiecare națiune în parte, obiectivele fiind întotdeauna similare : acelea de a da timpul adecvat și mijloacele necesare industriei pentru a se adapta unei noi situații competitive. Ulterior, performanța relativă a companiilor industriale nu a fost legată de structura de proprietate (proprietate de stat sau privată) ci mai mult de îndemnul de a genera un conses adevărat între guvern, management și sindicate.

Situația de formare a prețului a fost strîns legată de mecanismul suportului de stat. Astfel, în Europa, au fost permise temporar mari subvenții ale statului, în timp ce prețuri minime au fost impuse de Comisie. În Statele Unite, piața a fost izolată de concurența străină prin acorduri de constrîngere valutară, în timp ce prețurile maxime au fost discutate de Guvern și de industriile consumatoare.

Cheia succesului fundamental al programului Comisiei Europene a fost impunerea strictă a unui cadru macroeconomic centralizat : cotele producției, autorizarea subvențiilor, prețurile minime și reducerile de capacitate, împreună cu un program puternic de descentralizare pentru fiecare companie în parte, pentru a propune, apoi, implementarea unui plan de restructurare viabil. Firma Mc Kinsey a fost implicată, din plin, în acest program, ajutînd CEE, mai multe guverne naționale și multe companii mari siderurgice să proiecteze planuri adecvate de restructurare.

1. *State support and price formation in market economies ; adaptation to Romania*

The steel industry in Europe, the USA, and many other countries, has always been subject to significant state interventions, particularly different, reflecting the political philosophy of each nation, the objectives have been always fairly similar : to give adequate time and means to the industry to adapt to a new competitive situation. A posteriori, the relative performance of individual companies has not been linked to the ownership structure, be it state owned or privately owned, but much more to the skills at generating an adequate consensus between government, management and unions.

The price formation situation has been intimately tied to the state support mechanism. Thus, in Europe, large state subsidies have been temporarily allowed while minimum prices were enforced by the Commission. In the United States, the market was insulated from foreign competition through the voluntary restraints agreement, while maximum prices were jawboned by the Government and the consuming industries.

The key to the ultimate success of the program of the European Commission was the strict enforcement of a centralized macroeconomic framework such as production quotas, subsidies authorization, minimum prices, and capacity reduction together with a strong decentralization program for each individual company to propose, then implement, a viable restructuring plan. McKinsey was heavily involved in this program helping the EEC, several national governments, and many large steel companies to design adequate restructuring plans.

În primul rînd, noi am dezvoltat o mare bază de date computerizată și un model de simulare care a permis Comisiei să evalueze competitivitatea fiecărei instalații, uzine și companii și să o compare cu uzinele japoneze și americane. Utilizînd algoritmi de modelare mai sofisticați și arhitectura sistemelor, acest model a fost reconstruit de Mc Kinsey pentru folosința sa internă și poate fi demonstrat și utilizat pentru situația din România. De exemplu, modelul poate fi folosit să simuleze echilibrul formării prețului și impactul sprijinului statului asupra prețului.

În al doilea rînd, noi am dezvoltat programe adecvate cu companiile individuale din Belgia, Franța, Germania, Italia, Spania și Marea Britanie, în scopul de a readuce aceste companii la viabilitate economică și independență, fără a avea sprijinul statului. În final, noi am ajutat mai multe companii să implementeze aceste proiecte, cel mai recent la Usinor Sacilor din Franța.

Succesul Comisiei a fost rezultatul unui compromis efectiv între interesul consumatorilor, muncitorilor și plătitorului de taxe care suportă subvențiile. O acțiune similară de balansare ar trebui să fie găsită probabil și în România.

Modernizarea industriei siderurgice: aspecte financiare și economice

Modernizarea industriei siderurgice românești ar trebui privită într-un context larg. În primul rînd, implică o schimbare probabilă în aspectul producției spre produse laminate plate de valoare mai mare. În al doilea rînd, implică standarde mai ridicate pentru calitatea și fabricarea produselor și, în al treilea rînd, implică recunoașterea crescîndă a actualelor costuri, inclusiv aspectele externe, astfel încît atît deșeurile cît și poluarea să fie treptat reduse. În al patrulea rînd, implică o adaptare mai largă a tehnologiilor superioare, cum este cazul turnării continue.

Din punctul nostru de vedere, industriile siderurgice din Europa de Est, inclusiv din România, implică cazul extrem de dificultate fundamentală, în principal costurile extrem de mari de capital pentru o tehnologie integrată și amortizările foarte scăzute. Ca o primă aproximare, ar fi necesare 20 miliarde $ S.U.A. pentru a fi investiți în înlocuirea cuptoarelor Siemens-Martin cu tehnologiile EAF și BOF și de a realiza un coeficient de 85% prin turnarea continuă. Economiile de energie și îmbunătățirea scoaterilor ar trebui să contribuie cu 6 miliarde $ S.U.A pentru produsul cald, în condițiile de costuri de operare mai scăzute asupra vieții de investiții a echipamentelor. Prețurile pieței în lumea vestică nu au dat (furnizat) un venit adecvat (bazat pe costul de înlocuire)

First, we developed a large computerized database and a simulation model that allowed the Commission to evaluate the competitiveness of each facility, plant, and company and compare it to Japanese and American plants. Using more sophisticated modeling algorithms and and systems architecture, this model has been rebuilt by McKinsey for its own internal use and can be demonstrated and used in the Romanian situation. For example, the model can be used to simulate the equilibrium in price formation and the impact of state support on price.

Second, we developed with individual companies, in Belgium, France, Germany, Italy, Spain, and the UK adequate programs to return these companies to economic viability and independence without state support. Finally, we helped several companies implement these plans, most recently Usinor-Sacilor in France.

The Commission's success was the result of an effective compromise between the interest of the consumers, the workers, and the tax payer who funded the subsidies. A similar balancing act probably will have to be found in Romania as well.

2. *Modernization of the iron and steel industry: financial and economic aspects*

Modernization of the Romanian steel industry should be viewed in a broad context: it is both a component of and response to the liberalization of the entire Romanian economy. This implies, first of all, a likely shift in the product mix toward higher value-added flat-rolled products. Second, it implies significantly higher standards of product development and quality. Third, it implies increased recongnition of actual costs, including externalities, so that both waste and pollution are greatly reduced. Fourth, it implies more widespread adoption of superior steel technologies, such as continuous casting.

In our view, the steel industries of Eastern-Europe, including Romania, face the most extreme case of the fundamental challenge facing the world steel industry, namely, the extremely high capital costs (and low true returns) of integrated technology. As a first approximation, $20 billion U.S. would need to be invested to replace existing open hearth furnaces by EAF and BOF technology and to achieve an 85 percent continuous casting ratio. Energy savings and yield improvements should contribute about $ 6 billion U.S. for the hot end in terms of lower operating costs over the investment life of the equipment. Market prices in the Western World have not provided an adequate return (based on replacement cost) to

pentru producătorii de oţel, cel puţin în ultimii 15 ani. Aceasta a dus la o pierdere treptată a competitivităţii — atrofiere lentă — atît faţă de tehnologia minilaminoarelor, cît şi de cea a materialelor de substituţie. De asemenea, ea duce treptat la dezvoltarea tehnologiilor noi, pe scară mică (de ex. turnarea sleburilor subţiri şi turnarea directă), care vor înlocui eventual ruta tradiţională a integrării.

Atunci cînd se consideră scopuri împărţite de modernizare a siderurgiei româneşti (o schimbare majoră a tehnologiilor, produselor, o scădere drastică a deşeurilor şi poluării şi adaptarea largă a tehnologiei de procés avansate) este clar că investirea banilor într-o astfel de modernizare este chiar mai descurajatoare decît a fost cazul în Vest. Pe baza experienţei noastre, mai multe „reguli de bază" ar trebui luate în considerare, pe măsură ce industria siderurgică românească evoluează.

Aceste reguli ar putea fi :

— reducerea costului de capital trebuie să fie un obiectiv fundamental, implicînd atît importanţa critică de măsuri organizatorice pentru îmbunătăţirea performanţelor (de ex. experienţa Usinor Sacilor), cît şi necesitatea de a focaliza investiţiile pe procese/amplasări cheie ;

— tehnologiile noi de economisire de capital trebuie să fie un element esenţial în programele de modernizare pe o scară chiar mai mare decît în cazul Vestului ;

— independenţa economică poate fi o constrîngere nepotrivită ; investiţiile în aval care se bizuie pe importuri de semifabricate (de ex : bandă laminată la cald) pot fi o utilizare eficientă a resurselor.

Stabilirea de relaţii complementare între uzinele mici şi companiile siderurgice integrate

Economiile de piaţă par a oferi două modele de bază pentru relaţiile dintre companiile integrate şi uzinele mici. În Japonia, care reprezintă o variantă, aproximativ o terime din capacitatea uzinelor mici este controlată de firmele integrate. Adoptarea tehnologiei uzinelor mici pe pieţele corespunzătoare produsului este, prin urmare, condusă într-o oarecare măsură de către sectorul integrat. Celălalt model este cel mai bine reprezentat de către S.U.A. unde uzinele mici au concurat agresiv şi cu succes împotriva firmelor integrate, chiar în situaţia unei game crescînde de produse.

În ambele ţări, proporţia uzinelor mici este aproape aceeaşi (ceva mai mult de 20%). Aceste „modele" nu sînt atît de contradictorii pe cît par să fie la prima vedere. Echilibrul evident din industria japoneză derivă din competiti-

integrated steel producers for at least the last 15 years. This has led to a gradual loss of competitiveness — „creeping obsolescence" — versus both minimill technology and substitute materials. It is also leading gradually to the development of new, small-scale technologies (e.g., thin-slab casting and direct smelting) that will eventually replace the traditional integrated route.

When one considers the fourfold goals of steel modernization in Romania (a major shift in product mix, a significant upgrading of product technology, a drastic decrease in waste and pollution, and widespread adoption of advanced process technology), it is clear that funding such modernization is an even more daunting challenge than is the case in the West. Based on our experience, several „ground rules" should be considered as the Romanian steel industry assesses how to achieve such goals :

— Reducing capital expenditures should be a fundamental objective, implying both the critical importance of organizational measures to improve performance (e.g., the Usinor-Sacilor experience) as well as the need to focus investments on key sites/processes.

— New, capital-saving technologies must be an essential element in the modernization program-to an even greater extent than in the West.

— Self-sufficiency may be an inappropriate constraint ; downstream investments that rely on semifinished (e.g., hot band) imports, for example, could be an efficient use of resources.

3. *Establishing complementary relationship between minimills and integrated steel companies*

Market economies appear to offer two basic models for relationships between integrated and minimill companies. In Japan, which represents one variant, roughly one-third of minimill capacity is controlled by integrated firms. Adoption of minimill technology in appropriate product markets, therefore, is to some extent managed by the integrated sector. The other model is best represented by the United States, where minimills have aggressively and successfully competed against integrated companies across an ever increasing product range. There are no instances in the United States of an integrated company successfully establishing a competitive minimill operation.

In both countries, however total minimill share is about the same (somewhat more than 20 percent). These "models", therefore, are not as contradictory as they might appear at first glance. The balance evident in the Japa-

vitatea relativă a sectorului ei integrat, din prețurile relativ mari pentru electricitate și fier vechi și barierele instituționale de intrare pe piață (relații pe bază politică etc.). Dar chiar în Japonia se găsește totuși un segment de miniuzine independente și agresive, cel mai bine reprezentat de „TOKIO-STEEL", cea mai mare miniuzină japoneză.

Dezvoltarea unui sector miniuzinal competitiv și de succes este un imperativ pentru siderurgia din România, operările tehnologice ale miniuzinelor putînd asigura servicii superioare pe pieţele locale și oferind, în același timp, un stimulent în concurența firmelor integrate, costuri mai mici față de tehnologiile integrate.

Modelul japonez reprezintă probabil cea mai bună alternativă pentru România deoarece:

- el evaluează modul în care se realizează un astfel de sector;
- România ar dori să mențină cît de mult posibil valoarea activelor existente;
- deoarece multe din precondițiile solicitate de către modelul S.U.A. nu se găsesc (ex. infrastructură financiară).

Cu toate acestea, am argumente că este destul de periculos pentru unele porțiuni ale sectorului miniuzinal să fie independente și competitive cu sectorul integrat, așa cum este cazul Japoniei.

Atît în S.U.A. cît și în Japonia miniuzinele independente s-au născut frecvent din sectorul consumatorilor (ex: relaminări, distribuitori sau fabricanți).

Bănuim că firmele consumatoare de oțel ar putea și ar trebui să joace un rol similar în realizarea, în România, a unui sector miniuzinal independent și sănătos.

Descentralizarea conducerii industriei siderurgice și dezvoltarea unei structuri noi de conducere

Schimbările dramatice în tehnologia oțelului au o influență mai slabă asupra modului în care sînt organizate companiile. În plus, presiunea competitivității crizei oțelului forțează într-un mod semnificativ schimbări organizatorice.

În general, aceste schimbări sînt cuprinse în conceptul de descentralizare. Mai mult, schimbările sînt întreite. În primul rînd, organizațiile se transformă în unități de afaceri separate, organizate mai mult pe segmente de beneficiari sau pe produse decît pe funcționalitate; în al doilea rînd, stratificările realizate sînt mai suple; în al treilea rînd, tehnologiile, sistemele și cerințele de îndemînare (măiestrie) se schimbă paralel cu schimbările organizatorice.

Standardele noi, ridicate de deservirea beneficiarilor, duc firmele la adoptarea structurilor de „unități de afaceri" (ex.: British Steel Corpo-

nese industry stems from the relative competitiveness of its integrated sector, relatively high scrap and electricity prices, and institutional barriers to entry (political, relationship-based, etc.). Even in Japan, however, one finds an aggressive, independent minimill segment—best represented by Tokyo Steel, Japan's largest minimill operation.

Developing a competitive, successful minimill sector is an imperative for the Romanian steel industry for at least three reasons: minimill technology operations can provide superior service to local markets while at the same time offering a competitive spur in integrated plants; and minimill technology is significantly less expensive than integrated technology.

The „Japanese model" likely represents the better alternative for Romania as it evaluates how to develop such a sector, both because Romania would presumably like to maintain as much as possible the value of existing assets and because many of the preconditions required by the „U.S. model" are lacking (e.g., the financial infrastructure or entrepreneurial tradition). Nevertheless, we would argue that it is critical for some portion of the minimill sector to be independent from and competitive with the integrated sector — as is the case in Japan.

In both the United States and Japan, independent minimills have frequently emerged from consuming sectors (e.g., rerollers, distributors, or fabricators). We suspect that consuming companies could and should play similar role in the development of a healthy, independent minimill sector in Romania as well.

4. *Decentralizing iron and steel industry management and developing new management structure*

Dramatic changes in steel technology are having similar, if less visible, impact on the way steel firms are organized. Moreover, the competitive pressures of the steel crisis also forced significant organizational changes.

In general, these changes are captured by the concept of decentralization. More particularly, however, the changes are threefold. First, organizations are shifting towards separate business units, organized along customer segments or products rather functionally. Second, layers are responsive. Third, technologies, systems, and skill requirements are changing in parallel with organizational shifts.

Higher standards of customer service are driving companies to adopt business-unit structures (e.g., BSC, Usinor-Sacilor 'Inland, etc.).

ration, USINOR SACILOR, INLAND etc.). Cerințele de competitivitate în afacerile cu produse sub formă de bare diferă substanțial de acelea din domeniul unde predomină table pentru automobile. În unele segmente, schimbarea organizatorică a fost asociată cu o creștere dramatică în orientarea clienților, de ex. proiectarea și suportul tehnic asigurate industriei de automobile. La structuri organizatorice mai slabe s-a ajuns atît datorită presiunii competiționale din timpul crizei oțelului cît și datorită adaptării structurilor unităților de afaceri. Abordarea unității de afaceri reduce complexitatea pe care o suportă ierarhiile multistrat și izolează domenii unde există un personal slab. Afacerile din domeniul oțelului în bare nu mai cer (și nu vor suporta) sprijinul beneficiarului și nici cheltuieli suplimentare, care caracterizează piața industriei automobilelor.

În final, tendința de descentralizare în industria siderurgică a fost construită pe baze tehnologice de automatizare, procese continue și economice de anvengură.

Experiența noastră a demonstrat că procesul de descentralizare trebuie să înceapă cu o tranziție la unitățile de afaceri care sînt focalizate către produse sau segmente de beneficiari clar definite și discrete.Focalizarea produsului este, în mod tipic, mai simplu de implementat. Organizarea trebuie orientată pe focalizarea unor nevoi și segmente specifice.

Competitive requierments in the merchant bar business, for instance, differ substantially from those prevailing in the automotive sheet business. In some segments, this organizational shift has been associated with a dramatic increase in customer orientation – e. g., the design and engineering support provided to the automotive industry.

Leaner, „thinner" organizational structures have been driven both by competitive pressures during the steel crisis and by the adoption of business-unit structures. The business-unit approach both reduce the complexity that supports multi-layered hierarchies and isolates areas where lean staff are critical ; the merchant-bar business, for example, does not require (and will not support) the customer support and associated overheads that characterize the automotive market.

Finally, the decentralization trend in the industry has been built on the technological foundation of automated, continuous processing and reduced economies of scale. It has been supported by changes in systems (e.g., reporting or incentive systems that send very clear signals about how the organization is performing and how goals should be defined) and skills requirements (e.g., greater emphasis on data processing and maintenance). Without these trends in technology, systems and skils, decentralization is unlikely to succeed.

Our experience has been that the decentralization process should begin with a transition to business units that are focussed on clearly defined, descrete customer segments and/or products. The product focus is typically simpler to implement. As much as possible, however, the organization should be pushed to focus on specific segments and needs.

STANDARDELE ȘI REGLEMENTĂRILE PRIVIND MEDIUL, APLICATE ÎN INDUSTRIILE SIDERURGICE DIN FRANȚA ȘI EUROPA

ENVIRONMENTAL STANDARDS AND REGULATIONS APPLIED IN THE FRENCH AND EUROPEAN IRON AND STEEL INDUSTRIES

JEAN P. RAGUIN
Franța

JEAN P. RAGUIN
France

OBSERVAȚII GENERALE

Protecția mediului

În limbajul nostru, utilizarea termenului „mediu" este relativ recentă, iar semnificația acestuia poate fi încă ambiguă. El poate să însemne totalitatea elementelor naturale și artificiale în mijlocul cărora sau prin intermediul cărora trăiește omul.

Protecția mediului include multe obiective necesare care îi pot permite omului să trăiască și să obțină o mai bună calitate a vieții (inclusiv o bună sănătate și mulțumire), în pofida oricărei poluări și a oricărui factor dăunător.

Dintre aceste forme de poluare și factori dăunători putem să citățm :

Forme de poluare :

— poluarea aerului (praf, aerosoli, poluanți gazoși, hidrocarburi , componente toxice);
— poluarea apei (materii suspendate, produse oxidabile, componente toxice etc.);
— poluarea solului (reziduuri).

Factori dăunători :

— miros ;
— zgomot ;
— vibrații ;
— factori supărători estetic.

O astfel de listă nu este deloc exhaustivă.

Pericolele potențiale ale acestor factori de poluare și dăunători sînt numeroase :

— accidente și dezastre ;
— boli și sănătate defectuoasă,inclusiv stress :
— pierderi financiare pentru producătorii de poluanți (de exemplu industria) și pentru cei care suportă acești poluanți (agricultură, silvicultură, turism etc.);
— daune (viața animalelor, faună, floră, rezervații naturale, lucrări de artă etc.);
— modificarea ecosistemelor.

1. GENERAL REMARKS

Environment protection

In our language the use of the word "Environment" is relatively recent and its acceptation can be still ambiguous. It means as a whole all the natural and artificial elements, where the man lives or on which he lives.

Environment protection includes many targets which are necessary to allow the man to live and to conduce to a better quality of life (good health and happiness included) in spite of all pollutions and nuisances.

Among these pollutions and nuissances we can quote :

Pollutions

— air pollution (dust, aerosols, gaseous pollutants, hydrocarbons, toxic components ...)
— water pollution (suspended materials, oxidable products, toxic components ...)
— soil pollution (waste ...)

Nuisances

— odour
— noise
— vibrations
— aesthetic nuisances

Such a list is indeed not exhaustive.

Potential dangers of such pollutions and nuisances are large :

— accidents and disasters
— illness and poor health stress included
— loss of money for producers of pollutants (for instance industry) and receivers of these pollutants (agriculture, forestry, tourism ...)
— damage (animal life, fauna, flora, natural site, work of art ...)
— modification of the ecosystems

Legile privind mediul

Stabilirea regulilor referitoare la mediu din legislațiile naționale nu s-a realizat, în același mod, în toate țările. Acestea s-au schimbat, în funcție de cauzele locale : climat, condiții geografice, condiții economice, politică, istorie, religie, modul de viață, maniere și obiceiuri.

Fiecare continent, țară, regiune sau loc constituie un caz concret, cu propriile priorități locale și propriile reguli luate în considerare la momentul actual.

Totuși, toate țările trebuie să fie de acord să accepte un minimum de norme, care au drept obiectiv protejarea condițiilor de viață pe glob și evitarea migrării poluanților de la o țară la alta.

Mai mult încă, într-o uzină, cuvîntul „mediu" poate avea două interpretări :

— mediul extern, situat în afara limitelor uzinei ;

— mediul intern pentru muncitori (igienă industrială).

Lucrarea de față se limitează doar la mediul extern dar nu trebuie uitată protecția mediului intern, ale cărui norme pot fi total contrare.

Bazele legislației privind mediul

La originea legislației privind mediul se află două principii :

— cel care poluează este și cel care plătește ;

— protecția mediului ar trebui (pînă la un anumit punct) să fie prioritară față de interesul economic public sau privat.

Mai mult încă, în numeroase țări (Comunitatea Europeană, Japonia, Țările Nordice, S.U.A.) alte idei sînt bine cunoscute în cercurile politice și în rîndul populației :

— sindromul NIBY („Not In Back Yard"), adică principiul dreptului de proprietate ;

— mitul Geci (pămîntul este o creatură vie) ;

— ideea conform căreia sănătatea, natura sau fericirea nu au PREȚ ;

— teama față de cauzele neprevizibile ;

— lipsa de credibilitate a experților oficiali, a politicienilor și a tuturor potențialilor factori de poluare.

Deci, bazele legislației privind mediul sînt foarte extinse și variabile.

Environment law

The fitting of environmetal rules in national laws has not been the same in all the countries. It has changed for a number of local reasons :

— climate
— geography
— economy
— policy
— history
— religion
— way of life
— ways and customs
— foreign examples in fashion

Each continent, country, region or place is a concrete case with its local priorities and its arrangements taken into consideration of the actual moment.

However all countries must agree to accept minimal targets with the object of protecting the conditions of life on earth and of avoiding migration of pollutants from a country to another.

Furthermore in an industrial plant, the word "Environment" can have two interpretations :

— external environment outside of the limits of the plant ;

— internal environment for the workers (industrial hygiene)

Today we limit this report to the only external environment but we have not to forget the internal environment protection whose targets can be totally contrary.

Grounds for environment

Two principles are at the source of all environment laws :

— the pollution is the payer

— the protection of environment ought (up to a certain point) to take precedence over economical, public or private interest.

Furthermore, in many countries (European Community, Japan, Nordic countries, USA ...) other ideas are well known in political circles and in the people :

— NIBY („Not In Back Yard") sydrome, i.e. the principle of the vested interests ;

— GAIA myth (earth is a living creature) ;

— the idea according to which health, nature or happiness has no cost ;

— the fright taken at every unforesseeable causes ;

— the lack of credibility of official experts, of politicians and of all potential polluters.

Then the grounds for environment law are large and varying.

LEGISLAȚIA FRANCEZĂ PRIVIND MEDIUL

Clasificarea textelor oficiale

Valoarea legală a textelor de lege depinde de modul în care acestea au fost adoptate și promulgate. Într-adevăr, există o ierarhie a textelor oficiale, cu următoarea ordine descrescătoare :

- Constituția Republicii Franceze ;
- Tratatul Comunității Economice Europene ;
- alte tratate, conform anumitor condiții ;
- legile ;
- decretele ;
- ordinele și deciziile oficiale, semnate de exemplu de un ministru, un prefect sau chiar de un primar.

În ceea ce privește protecția mediului, pot fi subliniate următoarele :

- Constituția Republicii Franceze nu recunoaște încă protecția mediului ca un drept fundamental ;
- Tratatul Comunității Economice Europene prevede trei obiective pentru o mai bună protecție a mediului ;
- există cinci legi fundamentale pentru o astfel de protecție :
  - 2 august 1961 — prevenirea poluării aerului ambiant și a mirosului ;
  - 16 decembrie 1964 — controlul utilizării apelor și prevenirea poluării acestora ;
  - 15 iulie 1975 — reciclarea și eliminarea reziduurilor ;
  - 10 iulie 1976 — protecția naturii ;
  - 19 iulie 1976 — clasificarea instalațiilor industriale din punctul de vedere al mediului în termeni legali ;
- există în mod frecvent texte specifice ;
- instrucțiuni tehnice speciale adaptate pentru o industrie în acord cu aceasta ;
- modele de ordine care sînt folosite pentru pregătirea permiselor pentru lucru.

COMUNICATELE OFICIALE FRANCEZE PENTRU INDUSTRIA SIDERURGICĂ

Regulamente locale

Fiecare sursă potențială de poluare și/sau de disconfort dintr-o uzină constituie subiectul unei reglementări specifice care formează regulamentele locale ale unității respective.

Aceste regulamente locale sînt reactualizate periodic (la cinci ani), totdeauna cu o strictețe foarte mare.

Există cîteva comunicate oficiale pentru toată industria siderurgică :

- 24 noiembrie 1970 — reguli pentru depozitarea materiilor care emit SO_2 ;

FRENCH ENVIRONMENTAL LEGISLATION

Classification of official texts

The legal value of a legal text depends on the way with which it was adopted and promulgated. There is indeed a hierarchy between the official texts, with the following decreasing order :

- the Constitution of the French Republic ;
- the treaty of the European Economic Community ;
- the other treaties, according to certain conditions ;
- the laws ;
- the decrees ;
- the official orders and decisions signed for instance by a minister, a prefect or even a mayor.

In regard to environmental protection, the following items can be accentuated.

- the Constitution of the French Republic does not yet recognize environmental protection as a fundamental right ;
- the treaty of the European Economic Community foresees three objectives for a better protection of environment (see chapter 7) ;
- there are 5 mother-laws for such a protection
  - August 2, 1961 = prevention of air ambiant pollution and of smell
  - December 16, 1964 = control of the use of water and prevention of its pollution
  - July 15, 1975 = recycling and elimination of wastes
  - July 10, 1976 = protection of nature
  - July 19, 1976 = listed industrial installations, in the environmental sense of the legal term.

Moreover the French environment ministry prepares often specific texts :

- technical instructions specially adopted for an industry, after concertation with it ;
- models of order which are used for preparing the permits for the works.

FRENCH OFFICIAL TEXTS FOR THE IRON AND STEEL INDUSTRY

Prefectoral permits

Each potential source of polution and/or nuisance in a plant forms the subject of a specific regulation. Such regulations together form the prefectoral permits of this plant.

These prefectoral permits are periodically rewritten (for instance, every five years), always in the direction of a more strictness.

There are few official texts for all the steel industry :

November 24, 1970 — Rules for erecting stacks which emit SO_2

— 13 august 1971 — reguli pentru depozitarea materiilor care emit praf;
— 24 iulie 1972 — reguli speciale pentru fabricile de aglomerare a minereului de fier;
— 8 martie 1973 —reguli speciale pentru elaborarea oţelului cu oxigen;
— 8 martie 1973 — reguli speciale pentru turnătoriile de fontă;
— 20 iunie 1975 — reguli speciale pentru instalaţiile de ardere;
— 26 dec. 1985 — reguli speciale pentru instalaţiile de tratare a suprafeţei.

S-a pregătit un număr de alte comunicate care se află în circulaţie la nivelul autorităţilor. Acestea se referă la: elaborarea oţelului prin procedeul electric; practica de evacuare a deşeurilor.

Practic, Ministerul Francez al Mediului a adoptat o strategie pragmatică cu ajutorul regulamentelor locale. Scopul său este acela de a obţine de la conducerea fiecărei întreprinderi cea mai mare eficienţă în protecţia mediului, fără ajutorul standardelor publicate care sînt aproape totdeauna în urma progresului tehnic.

La fiecare modernizare a unei întreprinderi, autorităţile locale intervin cu reglementări din ce în ce mai drastice.

Pentru o uzină, principala problemă o constituie, într-adevăr, doar regulamentul local care este totdeauna lipsit de ambiguitate. Să dăm trei exemple evidente din:
— un combinat;
— un cuptor electric;
— un laminor la rece.

EXEMPLE DE COMBINATE CU COCSERII DIN FRANŢA

Prevenirea poluării apei

Cantităţi maxime (valori de moment)

Parametrii	mg/l
COD	150
SS	100
Fenol	0,5
Total hidrocarburi	5
Total N	30
CN^-	0,5
Cr VI	0,1
Total Cr	2
Metale grele (total)	15
Cd	0,1
Hg	0,1
Pb	0,5
SCN^{--}	2
S^{--}	1
F^-	5

August 13, 1971 Rules for erecting stacks which emit dust
July 24, 1972 Special rules for sinter plants of iron are
March 8, 1973 Special rules for oxygen steelmaking
March, 8, 1973 Special rules for cast iron foundries
June 20, 1975 Special rules for burning installations
December 26, 1985 Special rules for surface treatment installations

A number of other texts has been prepared, at last not published but is in a circulation within Authorities. There are concerned for instance:
— electric arc furnace steelmaking;
— waste discharge practice.

Practically the French environment ministry has adopted a very pragmatic strategy with the help of prefectoral permits. Its aim is to obtain from the management of each works the best efficiency in environment protection, without publishing standards which are nearly always behind the technical progress. The local authorities take advantage on each modernization in a plant to enforce new regulations which are systematically more stringent.

For a plant the main point is indeed only its preferectoral permits which are always unambiguous and constraining. We wish now to give three actual examples devoted to:
— an integrated works;
— an electric arc furnace;
— a cold rolling mill

EXAMPLE OF A FRENCH INTEGRATED WORKS WITH COKE OVENS

Water pollution prevention

Maximum amounts (instantaneous values)

Parameters	mg/l
COD	150
SS	100
Phenol	0.5
Total hydrocarbons	5
Total N	30
CN^-	0.5
Cr VI	0.1
Total Cr	2
Heavy metals (total)	15
Cd	0.1
Hg	0.1
Pb	0.5
SCN^{--}	2
S^{--}	1
F^-	5

Fluxul maxim (pentru 2 și 24 de ore)

Parametrii	Fluxul maxim, kg	
	2 ore	24 ore
COD	450	3 000
SS	300	2 000
Fenol	1,5	10
Total hidrocarburi	15	100
Total N	90	600
CN^-	1,5	10
Cr VI	0,3	2
Total Cr	6	40
Metale grele (total)	45	300
Cd	0,3	2
Hg	0,3	2
Pb	1,5	10
SCN^{--}	6	40
S^{--}	3	20
F^-	15	100

Maximum flowes (for 2 and 24 hours

Parameters	Maximum flows (kg)	
	2 hours	24 hours
COD	450	3000
SS	300	2000
Phenol	1,5	10
Total hydrocarbons	15	100
Total N	90	600
CN^-	1,5	10
Cr VI	0,3	2
Total Cr	6	40
Heavy metals (total)	45	300
Cd	0,3	2
Hg	0,3	2
Pb	1,5	10
SCN^{--}	6	40
S^{--}	3	20
F^-	15	100

Autocontrol

Ritmul de măsurare	Parametrii
Continuu	flux de apă uzată, temperatura
Zilnic	*p*H, COD, SS
Săptămînal	alți parametri

Self monitoring

Measurement rate	Parameters
Continuous	Effluent flow, temperature
Daily	*p*H, COD, SS
Weekly	Other parameters

Prevenirea poluării aerului

Cocserii

	Standarde de emanații, mg/m^3N pentru		
	praf	SO_2	NO_x
Încărcarea cărbunelui	100	—	—
Împingerea cocsului	15	—	—
Încălzirea cuptorului	150	800	800
Concasarea cocsului	50	—	—

Air Pollution prevemtion

Coke ovens

	Emission standards (mg/m^3N) for :		
	Dust	SO_2	NO_x
Coal Charging	100	—	—
Coke Pushing	15	—	—
Furnace Heating	150	800	800
Coke Crushing	50	—	—

Producția de metal topit și oțel lichid

	Standardele de emisie a prafului, mg/m^3N
Fabrica de sinter	150
Furnal	
• concasarea cărbunelui	50
• hala de turnare	24
Elaborarea oțelului cu oxigen	
• descărcarea din oală și desulfurarea metalului topit	30
• încărcarea în convertizor, insuflarea și evacuarea oțelului	50
• metalurgie în oală	30
Cuptor de încălzire	50 (conținutul de S al combustibilului mai scăzut de 4 g /th PCI)

Production of hot metal and liquid steel

	Dust emission standards (mg/m^3N)
Sinter plant	150
Blast furnace	
• coal crushing	50
• cast house	24
Oxygen steelmaking	
• hot metal transladling and desulphurization	30
• converter chargling blowling and steel tappping	50
• ladle metallurgy	30
Heating furnace	50 (S fuel content lower than 4 g/th PCI)

Autocontrol (praf)

Ritmul de măsurare	Uzinele
Continuu	Fabrica de sinter, elaborarea oţelului cu oxigen
Periodic	Alte uzine

Self monitoring (dust)

Measurement rate	Shops
Continuous	Sinter plant, oxygen steelmaking
Periodical	Other shops

Prevenirea zgomotului

Timp	6 a.m.	7 a.m.	8 p.m.	10 p.m.	6 a.m.
Zgomot dB(A)		65	70	65	60

Noise prevention

Time	6 a.m.	7 a.m.	8 p.m.	10 p.m.	6. a.m.
Noise dB(A)		65	70	5	69

Problemele deşeurilor

Procedeul de turnare cu leşie

Valoarea limită (substanţe extrase, mg/kg)

1000	500	3000	5000	10000
AS CN⁻ (total) Cr VI Hidrocarburi (total)	Cd	Pb	Cr (total)	Zn

Procedeul de descărcare

Factorul de permeabilitate a bazei $< 10^{-8}$ m/s

Waste problems

Leaching procedure

Limit value (leachate) (mg/kg)

100	500	3000	5000	10000
AS CN⁻ (total) Cr VI Hydrocarbons (total)	Cd	Pb	Cr (total)	Zn

Dumping procedure

Basement permeability factor $< 10^{-8}$m/s

EXEMPLUL UNUI CUPTOR ELECTRIC FRANCEZ

Prevenirea poluării aerului

Standarde de emisie a prafului

Opacitate la fum	
• încărcare	20 %
• producerea oţelului	0 %
• evacuarea metalului	20 %
Concentraţie finală (după curăţare)	10 mg/m³N
Flux total de praf (după curăţare)	400 mg/t oţel

Autocontrol (praf)

Ritmul de măsurare	Parametrii
Continuu	fluxul de fum parametrii echipamentului de curăţare opacitate
Periodic	concentraţia finală a prafului

EXAMPLE OF A FRENCH ELECTRIC ARC FURNACE

Air pollution prevention

Dust emission standards

Fume opacity	
• charging	20 %
• steel production	0 %
• tapping	20 %
Final concentration (after cleaning)	10 mg/m³N
Total dust flow (after cleaning)	400 g/t steel

Self monitoring (dust)

Measurement rate	Parameters
Continuous	Fume flow Cleaning equipment parameters Opacity
Periodical	Final dust concentration

Prevenirea poluării apei

Parametrii	mg/l
COD	150
SS	50
Hidrocarburi	20
*p*H	5,5—8,5

Prevenirea zgomotului

idem tabelul *Prevenirea zgomotului* — **pag. 11**

Problemele deşeurilor

Procedeul de tratare cu leşie

Valoarea limită (substanţe extrase), mg/kg		
100	1000	5000
Cd	Cr (total) Pb	Cu Ni Zn

În afara acestor elemente toxice, valorile limită nu sînt luate de la substanţele extrase după procedeul de tratare cu leşie ci direct de la produsele brute (în special praful din filtrul cu saci):

Valoarea limită (produs brut), mg/kg	
100	1000
Cr VI Hg Se	AS

Procedeul de descărcare

idem tabelul *Procedeul de descărcare* — pag. 11

EXEMPLUL UNUI LAMINOR LA RECE FRANCEZ

Prevenirea poluării apei

Cantităţi maxime (valori de moment)

Parametrii	mg/l
COD	120
SS	30
Total hidrocarburi	10
Metale grele (total)	15
*p*H	5,5—8,5
Temperatura	30°C

Water pollution prevention

Parameters	mg/l
COD	150
SS	50
Hydrocarbons	20
phH	5.5—8.5

Noise prevention

see page 11, "Noise prevention"

Waste problems

Leaching procedure

Limit value (leachate) (mg/kg)		
100	1000	5000
Cd	Cr (total) Pb	Cu Ni Zn

Besides for few toxic elements, the limit values are not taken on leachates after procedure but directly on raw products (essentially baghouse dust):

Limit values (raw product) mg/kg	
100	1000
Cr VI Hg Se	As

Dumping procedure

see ..Dumping procedure". page 11

EXAMPLE OF A FRENCH COLD ROLLING MILL

Water pollution prevention

Maximum amounts (instantaneous values)

Parameters	mg/l
COD	120
SS	30
Total hydrocarbons	10
Heavy metals (total)	15
pH	5.5—8.5
Temperature	30°C

Fluxuri maxime (pentru 24 de ore)

Flux maxim, kg/zi		
Flux de apă	5—15 m³/h	40—80m³/h
COD	10	30
Cr VI	0	1,5
Cr III	0	15
Ni	0	5

Autocontrol

Sînt considerați următorii parametri :

— *p*H;
— temperatură;
— cod;
— SS;
— Cr III;
— Cr VI;
— Ni;
— Total hidrocarburi

Prevenirea poluării aerului

Emisia de praf

Șlefuire cu alice	80 mg/m³N

Emisia de plumb

Acoperirea cu plumb	1 mg/m³N

Prevenirea zgomotului

Timpul	6 a.m.	7 a.m.	8 a.m.	10 p.m.	6 a.m.
Ziua de lucru	60	65	60	55	
Duminica și sărbătorile	60	60	60	55	

LEGISLAȚIA EUROPEANĂ PRIVIND MEDIUL

Autoritățile CEE se implică din ce în ce mai mult în problemele protejării mediului. Ele pregătesc și promulgă anumite directive pe care fiecare parlament al țărilor membre este obligat să le preia și să le adapteze în dreptul național respectiv.

Începînd cu 1985, planurile directivelor sînt adoptate cu o majoritate restrînsă.

În ceea ce o privește, Franța a decis să aplice sistematic toate directivele, conform următorului principiu : directiva în totalitate, nimic altceva decît directiva.

Putem cita trei directive europene care se referă la industria siderurgică :

— directiva din 24 iunie 1982, privind riscurile unor accidente majore în anumite activități industriale (directiva SEVESCO);

Maximum flows (for 24 hours)

Maximum flow (kg/day)		
Water flow	5—15 m³/h	40—80 m³/h
COD	10	30
Cr VI	0	1.5
Cr III	0	15
Ni	0	5

Self monitoring

Are concerned the following parameters :

— pH
— temperature
— COD
— SS
— Cr III
— Cr VI
— Ni
— total hydrocarbons

Air pollution prevention

Dust emission

Grinding	80 mg/m³N

Lead emission

Lead covering	1 mg/m³N

Noise prevention

Time	6 a.m.	7 a.m.	8 p.m.	10 p.m.	6 a.m.
Working day	60	65	60	55	
Sunday and holliday	60	50	60	55	

EUROPEAN ENVIRONMENTAL LEGISLATION

More and more EEC authorities have the initiative with respect to environmental affairs. They prepare and promulgate some directives which each parliament of the member countries must translate and adapt in its national right.

Since 1985 the drafts of directive are adopted with a qualified majority.

For its part, France has decided to apply systematically all directives, according to the following principle :

— the whole directive, nothing but the directive

As examples of European directives concerning the iron and steel industry, we can quote the three following texts :

Directive of June 24, 1982, on the risks of major accidents in certain industrial activities (SEVESO directive)

— directiva din 28 iunie 1984, referitoare la poluarea atmosferică din instalaţiile industriale;
— directiva din 24 noiembrie 1988, referitoare la emisiunile poluante din marile instalaţii de ardere (centrale electrice, cazane cu aburi etc).

Se află în pregătire alte texte cu referire la deşeuri — transportul, vînzarea, reciclarea şi descărcarea acestora.

În sfîrşit, autorităţile europene au în curs de pregătire noi reglementări privind mediul pentru industria siderurgică; ele se referă la cele mai bune tehnici disponibile (BAT) pentru reducerea emisiunilor poluante.

EXEMPLE DE REGLEMENTĂRI PRIVIND MEDIUL IN ŢĂRI EUROPENE

Prevenirea poluării aerului (Germania)

Ultima reglementare germană privind mediul a fost promulgată în 23 februarie 1986. Ea se numeşte „TA Luft". Citǎm cîteva exemple care privesc industria siderurgică.

Emisia de praf

TOTAL PRAF	
— ca o regulă generală	50
— cocserii	
• încărcarea cărbunelui	25
• călirea uscată a cărbunelui	20
— furnal	20
— cuptor electric	20
— linie de galvanizare	10
PRAF ANORGANIC	
Total clasa I (Cd, Hg, Tl)	0,2
Total clasa a II-a (As, Co, Ni, Se, Te)	1
Total clasa a III-a (Cr, Cu, Mn, Pb, Pt, Rh, Sb, Sn, V, F^-)	5
Total clasele I – a III-a	1
Total clasele I + a III-a sau a II-a + a III-a	5

Emisiune de poluanţi gazoşi

	mg/m³N
Regulă generală	
• $SO_2 + SO_3$	500 (SO_2)
• NO_x	500 (NO_2)
Cocserii (încălzirea cuptorului)	
• SO_2	800 (S) O_2 conţinut
• NO_x	500 = 5 %
Uzine de sinter	
• NO_x	400
Linie de galvanizare	
• Cl^-	20
Linie de decapare oţel inoxidabil	
• NO_x	1 500

Directive of June 28, 1984 concerning atmospheric pollution of industrial installations;
Directive of November 24, 1988 concerning the emission of pollutants from large combustion installations (power station, steam boiler etc)

Other texts are in preparation with regard to waste and to its transportation, sale, recycling and dumping.

Finally, European authorities are preparing new environmental regulations for the iron and steel industry; they concern the best available techniques (BAT) to reduce emission of pollutants.

EXAMPLES OF ENVIRONMENTAL REGULATIONS IN EUROPEAN COUNTRIES

8.1. *Air pollution prevention (Germany)*

The last german environmental regulation has been promulgated on February 23, 1986. It is called „TA Luft". We quote some examples concerning the iron and steel industry.

Dust emission

	mg/m³N
TOTAL DUST	
— as a general rule	50
— coke ovens	
• coal charging	25
• coke dry quenching	20
— blast furnace	20
— electric arc furnace	20
— galvanizing line	10
INORGANIC DUST	
Total Class I (Cd, Hg, Tl)	0.2
Total Class II (As, Co, Ni, Se, Te)	1
Total Class III (Cr, Cu, Mn, Pb, Pt, Rh, Sb, Sn, V, F ...)	5
Total Classes I + II	1
Total Classes I + III or II + III	5

Gaseous pollutants emission

	mg/m³N
as a general rule	
• $SO_2 + SO_3$	500 (SO_2)
• NO_x	500 (NO_2)
coke ovens (furnace heating)	
• SO_2	800 (S) O_2 content
• NO_x	500 = 5 %
sinter plants	
• NO_x	400
galvanizing line	
• Cl^-	20
stainless steel pickling line	
• NO_x	1500

Poluanți organici

Regulă generală	
• naftalină + toluen + xilen	100 (total)

Substanțe cancerigene

Total clasa I (de exemplu, benzo(a) piren)	0,1
Total clasa a II-a (As III, As V, Cr VI, Ni) inhalabile	1 5
Total clasa a III-a (de exemplu benzenul)	5
Total clasele I + a II-a	1
Total clasele I + a III-a sau a II-a + a III-a	

Prevenirea poluării apei (Luxemburg)

Parametrii	mg/l
COD	30
SS	20—30
Ulei mineral	10—20
Cd	1
CN	0,1
Cr VI	0,5
Cr (total)	2
F	10
Fe+Mn	1
Ni	2
Pb	1
Zn	2
Fenol	0,05—0,5
*p*H	6—9
Temperatură	30°C

Prevenirea zgomotului (Luxemburg și Olanda)

	LUXEMBURG		OLANDA (Normă)
	Zona industrială	Oraș cu activități industriale	
Ziua	70	60	50—55
Noaptea	60	45	—

Problemele deșeurilor (Olanda)

	Valoarea limită a deșeurilor pentru evacuare, %
Clasa A	
As, Cd, Cr, Vi, Hg, Sb, Se, Te, Tl, CN^- PA	0,005
Clasa B I	
Ag, Co, Cr III, Cu, Mo, Ni, Pb, Sn, V, W, fenol	0,5
Clasa B II	
Br^-, Cl^-, F^-, FeSi, SiMn, Pb (metal)	0,5
Clasa C	
Ba, Zn, nitriți, nitrați, sulfați	2
Clasa D	
Al, Ca, K, Li, Mg, Ti, Zn, Zr, CaC_2	5

Organic pollutants

as a general rule	
• Naphtalene + Toluene + Xylene	100 (total)

Carcinogenic substances

Total Class I (for instance, benzo (a) pyrene)	0,1
Total Class II (As III, As V, Cr VI, Ni) inhalable	1
Total Class III (for instance benzene)	5
Total Classes I + II	1
Total Classes I + III or II + III	5

Water pollution prevention (Luxemburg)

Parameters	mg/l
COD	30
SS	20—30
Mineral oil	10—20
Cd	1
CN	0.1
Cr VI	0.5
Cr (total)	2
F^-	10
Fe + Mn	1
Ni	2
Pb	1
Zn	2
-Phenol	0.05—0.5
*p*H	6—9
temperature	30°C

Noise prevention (Luxemburg and Netherlands)

	LUXEMBURG		NETHERLANDS (Target)
	Industrial zone	City with industrial activities	
Day	70	60	50—55
Night	50	45	

Waste problems (the Netherlands)

	Limit value in the waste for discharge, %
Class A	
As, Cd, Cr VI, VI, Hg, Sb, Se, Fe, Tl, CN^-, PAH	0.005
Class B I	
Ag, Co, Cr III, Cu, Mo, Ni, Sn, V, W, $Pheno_5$	0.5
Class B II	
Vr^-, Cl^-, F^-, FeSi, SiMn, Pb (metal)	0.5
Class C	
Ba, Zn, Nitrites, Nitrides, Suplphates	2
Class D	
Al, Ca, K, Loi, Mg, Ti, Zn, Zr, CaC_2	5

CONCLUZII

Omul este conștient de faptul că trebuie să se protejeze împotriva poluării și a oricăror factori perturbatori, care pot fi dăunători pentru el, imediat sau în viitor și pe distanță scurtă sau lungă.

Acesta este motivul pentru care în ultimii 30 de ani organizațiile internaționale, țările și regiunile au promulgat legi și reglementări pentru protecția mediului. Aceste texte sînt mai mult sau mai puțin stringente dar tendința este clară: poluarea și factorii dăunători trebuie să scadă pretutindeni și, în final, practic să dispară.

Din acest punct de vedere fiecare întreprindere siderurgică trebuie să-și limiteze atît cît este cu putință influențele negative asupra calității aerului, apei, solului, liniștii și vieții.

Reglementările sînt din ce în ce mai stringente, numărul de parametri care trebuie controlați este în creștere, iar protestele împotriva oricărei perturbări ecologice sînt tot mai accentuate. Deci, uzinele care nu pot fi echipate corect împotriva poluării și a factorilor perturbatori trebuie să fie închise cît mai curînd.

Legislațiile internaționale privind mediul sînt diferite astăzi, dar în viitor diferențele dintre ele vor dispărea. De exemplu, legea germană TA Luft ar putea fi preluată de legislația franceză: o primă schiță de preluare se află în discuție între autorități și industrie.

Se dezvoltă normele ecologice naționale și internaționale.

Va fi din ce în ce mai dificil să se vîndă unele produse a căror fabricare, utilizare și eliminare nu vor fi perfecte din punctul de vedere al ecologiștilor.

Se prevede, de asemenea, eliminarea producerii de deșeuri. În curînd fiecare producător al unui articol va trebui să-și recicleze acest articol după uzare. De exemplu, Ministerul Francez al Mediului a decis să suprime orice depozitare a reziduurilor înainte de zece ani.

Pînă acum autoritățile defineau normele privind mediul în termeni de concentrație (mg/m^3, g/l etc.) sau de flux (kg/zi).

În viitorul apropiat vor dori să definească și mijloacele tehnologice care sînt necesare pentru respectarea acestor norme. De exemplu, Comunitatea Europeană are în pregătire noi reglementări privind mediul în industria siderurgică, bazate pe cele mai bune tehnologii existente (BAT).

Toate considerațiile pe care le-am expus în aceste concluzii explică de ce standardele și reglementările franceze și europene pe care le-am descris pot să evolueze într-o direcție mai clară și stringentă.

CONCLUZIONS

Men know now that they must protect themselves from pollutions and nuisances which can be harmful to them, immediatly or in the future and at short or long distance.

That's the reason why since about 30 years, international organizations, countries and regions have promulgated laws and regulations for protecting environment. Such texts are more or less stringent but the tendency is clear: pollutions and nuisances must everywhere decrease and at last practically disappear.

From this point of view each iron and steel plant must limit as far as possible its consequencies on the quality of air, water, soil, silence and life.

The regulations are more and more stringent, the number of parameters to be controlled is increasing and the protest against every ecologically bad situation is always greater. Therefore the plants which cannot be correctly equipped against pollutions and nuisances must be closed more or less quickly.

Environmental legaislations in the world are different today but in the future their differences must progressively disappear. For instance, the German TA Luft could be translated in the French law: a first draft of such a translation is already discussed between authorities and industries.

National and international ecological norms are developed. It will be more and more difficult to sell some products, whose production, use and elimination will not be perfect for ecologists.

It is foreseen also to avoid the production of wastes. Soon, every producer of a merchandise will have to recycle this merchandise after use. For instance, the French minister of environment has decided to suppress every discharges before 10 years.

Until now the authorities defined the environmental targets in terms of concentration (mg/m^3, g/l $\cdots$) or flow (kg/day).

In a next future they will wish to define the technological means which are necessary to respect these targets. For instance, the European Community is preparing for the iron and steel industry new environmental regulations, the best available technologies (BAT).

All these considerations we have developed in this conclusion explain why the French and European standards and regulations we have described could be capable of evolving in a more stringent direction.

METODE DE EVALUARE A SITUAȚIEI ACTUALE ȘI DE PERSPECTIVĂ A UZINELOR SIDERURGICE

METHODS FOR EVALUATING THE CURRENT SITUATION AND THE FUTURE OUTLOOK OF STEEL PLANTS

H. L. BÜNNAGEL
Director la Departamentul de politică economică al Asociației oțelarilor, Germania

H. L. BÜNNAGEL
Director, Department of Economic Policy Wirtschaftsvereinigung Stahl, Germany

Economia de piață înseamnă o dinamică accentuată. Schimbarea structurilor cererii și a relațiilor consum-randament în întreprinderi și în economiile naționale și internaționale constituie un proces aflat în plină desfășurare. Dar există fluctuații de viteză și intensitate.

Restructurarea unei economii și pregătirea pentu o economie de piață înseamnă schimbarea obiectivelor strategiei planificate : cererea dirijează oferta. Prețul constituie un semnal important pentru echilibru și dezechilibru. Supraviețuirea unei companii necesită oferta unor produse și a unor servicii de înaltă calitate, la prețuri convenabile, cu cheltuieli cît mai mici de producție.

O analiză a situației actuale a unei companii și a unei economii trebuie să nu uite problemele care au importanță atît pentru dezvoltarea pe termen mediu, cît și pentru cea pe termen lung. Chiar dacă este o necesitate pentru o perioadă de tranziție, aceasta trebuie să fie orientată pe obiective pe termen lung.

O economie de piață bine orientată trebuie să facă față competiției internaționale. Industria siderurgică este un sector influențat, în foarte mare măsură, de piața internațională. Deci, comparația cu nivelurile de dezvoltare ale altor țări producătoare de oțel este foarte importantă.

Analiza și evaluarea cerințelor restructurării trebuie orientate spre elementele din interiorul companiei : care sînt condițiile preliminare pentru supraviețuirea viitoare? Unele dintre principalele elemente sînt standardele dezvoltării tehnice, ale organizării, ale contabilității, ale finanțării.

Dar, contextul pieței, al cererii și al structurilor acestora, precum și al condițiilor competiției are o importanță deosebită.

Cînd se compară situația propriei țări cu aceea a țărilor avansate trebuie să nu uităm că acest nivel de dezvoltare este rezultatul unui lung proces dinamic. Fiecare țară trebuie să ia în considerare condițiile specifice care nu permit doar o copiere a altor sisteme. Dar, se poate începe și continua restructurarea prin adaptarea unui know-how acumulat în alte țări.

Market economy means a high degree of dynamic. The change of structures of demand and of input-output-relations within enterprises in national and international economies is an ever continuing-process. But there are fluctuations in speed and intensity.

Restructuring of a company and preparing for a market oriented economy means a changed focus of strategic planning : demand directs supply. Prices are an important signal for equilibrium or disequilibrium. Survival of a company needs the offer of products and services of high quality at suitable prices combined with the lowest possible expenditures for input.

An analysis of the actual situation of a company-of the economy likewise-should have in mind the questions which are important for medium and long term developments. Even if there is a need for a transitional period, it should be oriented on the long term objectives.

A market-oriented economy has to face international competition. The steel industry is a sector which is influenced by the international market to a high degree. Therefore the comparison with developments in other steel producing countries is very important.

Analysis and valuation of the needs of restructuring have to focus on elements within the company : what are the preconditions for survival in the future? Some topics are : standard of technical development of organisation, of accounting, of financing. But the framework of the market, of demand and its structures, of conditions for competition are of special importance.

When comparing the situation of the own country with that of advanced countries one should bear in mind, that this level of development is the result of a long and dynamic process. Each country has to take into account specific conditions, which don't allow a simple copy. But one can start and forward the restructuring by adapting the know-how which has been accumulated in other countries.

În analizarea și evaluarea situației actuale și de perspectivă trebuie considerate trei puncte de vedere: interesele și cerințele companiei; cererea clienților; aspectele generale ale unei economii, cu sectoarele, regiunile și cadrul general social și politic.

Un aspect important pentru o companie de piață este echilibrul între costuri și prețuri, ca bază vitală pentru succes și supraviețuire. Experiența demonstrează că recurgerea la subvențiile plătite de autoritățile publice, direct sau indirect, falsifică orientarea către cerințele și posibilitățile reale ale pieței. Aceasta împiedică o economie să-și mărească productivitatea.

Mai mult încă, unul dintre rezultatele negative ale subvențiilor este „ofensiva" împotriva unei competiții cinstite și a unui comerț cinstit. Astfel, aceasta acționează și împotriva relațiilor internaționale, deoarece comerțul liber are nevoie de un comerț cinstit.

Dacă nu poate fi evitată o perioadă de tranziție de la planificarea centralizată la o obiectivitate orientată complet de piață, este indispensabil să se aibă în vedere o orientare pe termen mediu și lung. Este necesar să se realizeze calculații ale costului și prețului ca și cum legile pieței ar acționa în toate sectoarele.

Analiza pieței în interesul companiilor poate fi împărțită, în mod normal, în:

— aspecte care sînt concentrate asupra diferențierii speciale a gamei de produse a companiilor;

— aspecte care oferă o impresie generală asupra tendințelor pieței.

Prognozele într-o economie de piață sînt totdeauna o proiecție a dezvoltării posibile în anumite condiții.

Experiența ajută să se aproximeze cu o mare probabilitate. În final, rămîne o marjă de eroare și de risc dar și de noi posibilități. Nu putem niciodată să încătușăm „mîna nevăzută" a pieței.

When analysing and evaluating the current situation and the future outlook three main viewpoints gear together:

— the interest and needs of companies
— the demand of customer
— the general aspects of an economy with sectors, regions and a general political and social framework.

One important aspect for a market-oriented company is the balance between costs and prices as a vital basis for success and survival. Experience shows that recourse to subsidies payed by public authorities-directly or indirectly-falsifies orientation to the real needs and possibilities of the market. It hampers an economy to increase productivity as much as possible.

Further more one of the negative results of subsidies is the offence against fair competition and fair trade. So they hurt international relationship too, because free trade needs fair trade.

If a transition period from central planning to a complete market-oriented activity is unavoidable, it is urgent to have in mind medium and long term orientation. It seems necessary to have calculations of costs and prices "as if" market works in all sectors.

Analysis of the market in the interest of companies normally can be divided into

— aspects which are concentrated on the special differentiation of the companies product range.
— aspects which give a more general impression of market tendencies.

Forecasts in a market economy are always a projection of possible developments on certain conditions. Experience helps to approximate a relative high probability. But at the end there remains a margin of error and risk and of new chances. We never can handcuff the "invisible hand" of the market.

La realizarea acestui număr au mai colaborat:

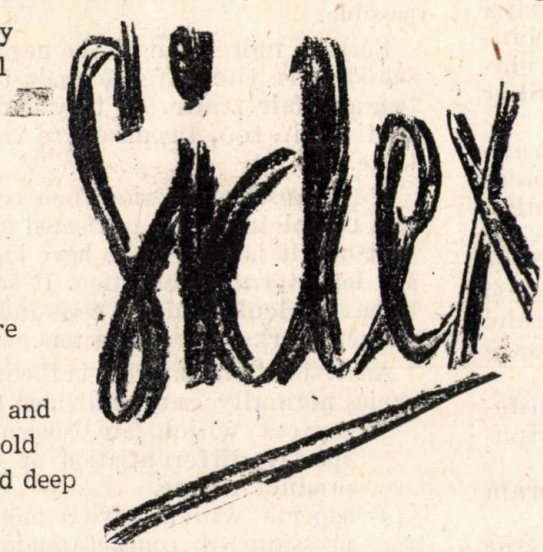
Dipl. univ. **Diana Bogdan**; ing. **S. Florea**; **Ioana Kuglay**; **Rodica Roșu**

SIDEX — Iron and Steel Complex of Galatz

manufactures and exports for you

Hot Rolled Flat Products

- Ordinary steel strips and plates for constructions
- Fine grained steel strips and plates for welded constructions
- Atmospheric corrosion resistant steel strips and plates
- Shipbuilding steel plates
- High quality carbon steel strips and plates for machine building
- Steel plates for boilers and pressure vessels
- Steel strips and plates for cold bending and deep drawing



- steel strips and plates for side bars and other parts with small bending radius
- Steel plates for mining equipment
- Stainless steel strips and plates and refractory steel for nuclear and aeronautical industry
- Steel strips and plates for automobile rims

Steel Semi-products

- Continuous cast or rolled slabs
- Continuous cast blooms
- Rolled billets

Coke-chemical products
Blast furnace coke

- Ferro-alloys coke
- Fine coke
- Coke-chemical ammonia sulphate
- Concentrated ammonia water
- Coal tar
- Technical ammonia
- Aromatic fractions
- Coke plant technic sulphur
- Pit coal tar
- Pit coal creosote for carbon black
- Coke-chemical absorption oil
- Phenolic fraction
- Crude anthracene
- Naphthalene
- Technical ferric sulphate
- Bitum

Cold Rolled Sheet

- Thin steel strips and sheets for cold formed shapes and welded pipes
- Sheets and strips for deep drawing
- Steel sheets and strips for car industry and sheets

Other Products

- Liquid and gas oxygen
- Liquid and gas nitrogen
- Liquid and gas argon
- Granulated blast-furnace slag
- Non-iron slag

GALATZ
1, SIDERURGIȘTILOR STREET
COD 6200
Tel. : 934/30.004; 30 109
TELEX : 51.257; 51.312

COMBINATUL SIDERURGIC GALAȚI * SIDEX * ROMANIA

A life experience on the steel market and many friends in the steel business!

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

1 1993 OKT. 1 1

COMBINATUL SIDERURGIC
SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiștilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX

[250,00] lei

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi and Cîmpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi şi Cîmpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru material rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E 3280

METALURGIA

Nr.6/92

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

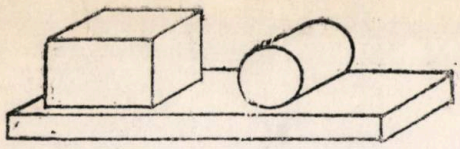
MEI

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

C.O.S.T. S.A.
ROMÂNIA
TÎRGOVIŞTE
Şos. GĂEŞTI,
nr. 9—11,
tel. 31494,
telex 17 271,
fax 926/14 582

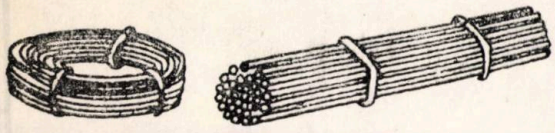
Combinatul de Oţeluri Speciale
Tîrgovişte

produce şi livrează



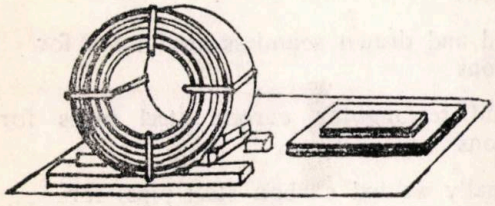
• Blocuri şi bare forjate pentru matriţe şi scule din oţeluri: aliate, rapide, inoxidabile şi refractare.

Dimensiuni: 160—400 mm
30—150 mm



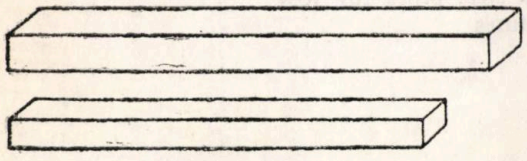
• Produse laminate în bare şi colaci din oţeluri: carbon, carbon de calitate, aliate pentru construcţii, rulmenţi, arcuri, aliate de scule, rapide, inoxidabile, beton etc.

Dimensiuni: 12—80 mm



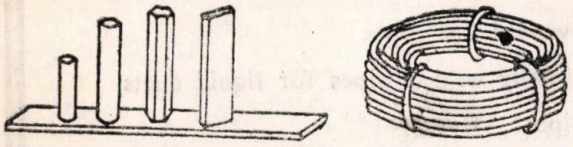
• Benzi electrotehnice laminate la rece cu grăunţi orientaţi şi neorientaţi din oţeluri silicioase

Dimensiuni: G 50—1200 mm
L 0,28—0,65 mm



• Blumuri şi ţagle laminate din oţeluri: carbon, carbon de calitate, aliate pentru construcţii, rulmenţi, arcuri etc.

Dimensiuni: 160—350 mm
80—140 mm



• Produse trase în bare şi colaci din oţeluri: carbon, carbon de calitate, aliate pentru construcţii, rulmenţi, pentru autoturisme, arcuri, aliate pentru scule, şuruburi, rapide etc.

Dimensiuni: 1,5—50 mm

calitate, competitivitate!

Societatea comercială
ROMTUB S. A.
produce și comercializează:

ROMTUB S. A.
manufactures and exports
for you:

Țevi din oțel fără sudură, laminate la cald pentru construcții	Hot rolled seamless steel tubes for constructions
Țevi din oțel fără sudură, trase sau laminate la rece, pentru construcții	Cold rolled and drawn seamless steel tubes for constructions
Țevi pătrate și dreptunghiulare din oțel carbon pentru construcții	Square and rectangular carbon steel pipes for constructions
Țevi din oțel carbon, sudate longitudinal, pentru construcții	Longitudinally welded carbon steel pipes for constructions
Țevi din oțel pentru cazane energetice	Seamless steel pipes for power boilers
Țevi din oțel fără sudură pentru schimbătoare de căldură	Seamless steel pipes for heat-exchangers
Țevi din oțel fără sudură pentru temperaturi scăzute	Seamless steel pipes for low temperatures
Burlane de tubaj	Casing
Țevi de extracție	Tubing

Colaborarea cu noi — o garanție a reușitei!

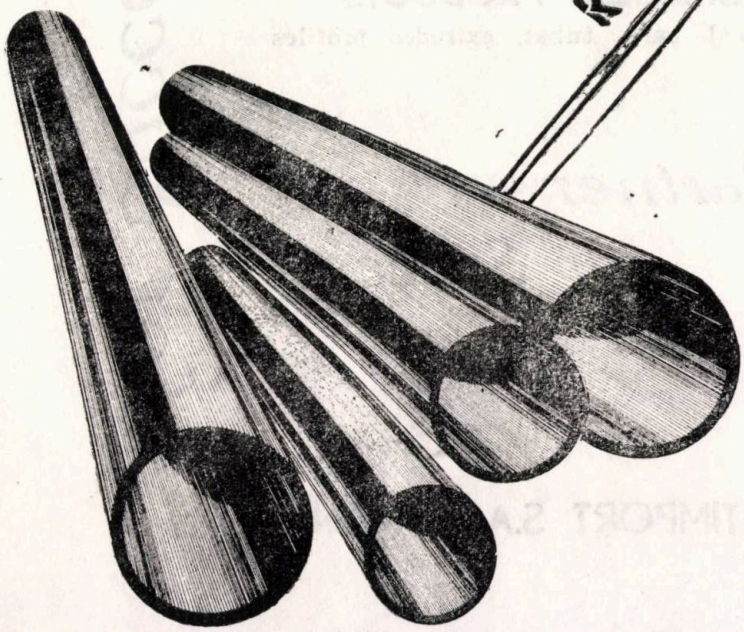
Țevi din oțel fără sudură pentru conducte	Seamless line pipes
Țevi din oțel sudate elicoidal pentru conducte	Spiral welded line pipes
Țevi din oțel sudate longitudinal pentru instalații	Logitudinally welded pipes for liquid ducts
Prăjini de foraj	Drill pipes
Țevi fără sudură din oțeluri inoxidabile și refractare	Stainless and heat resistent seamless steel pipes
Țevi sudate din oțeluri inoxidabile	Welded stainless steel pipes
Țevi din oțel fără sudură pentru rulmenți	Seamless steel pipes for ball bearings

ROMTUB S.A.

Str. Mendeleev
nr. 21—25,
sect. 1 Bucureşti
Tel. 59 71 25
Telex 11 669
Fax 12 96 82

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR
1883

HOLDING
ROMTUB S.A.



metalexportimport

BUCHAREST – ROMANIA ○ 21 – 25, D.I. MENDELEEV ST. ◉ TEL.: 59.68.25. ○ TELEX: 11515 metal r

FLAT PRODUCTS ● hot rolled steel plates; cold rolled steel sheet; galvanized steel sheets; cold rolled non-oriented grain silicon steel strip

HOT ROLLED STEEL PROFILES ● channels UNP; joists INP; equal angles; unequal angles; flat bars; square bars; round bars; alloyed and high speed tool steel; hot rolled round ball-bearing steel

STEEL WIRE AND WIRE PRODUCTS ● nail wire; welding electrodes wire; galvanized barbed wire type JOWA; bright steel wire for prestressed concrete (PC wire); brass plated steel cord for tyres; welding electrodes; bronze plated steel wire; stud link anchor chain cable; steel wire ropes, bright or galvanized; round wire nails; soft galvanized steel wire; stress relieved steel wire strands

REINFORCING STEEL AND WIRE ROD, SEAMLESS AND WELDED TUBES ● seamless steel pipes; seamless steel plain end line pipe; seamless steel casing; ERW pipes; longitudinal ERW pipes; cold formed profiles; cold formed profiles from hot rolled steel strip

ALUMINIUM INGOTS AND ALUMINIUM PRODUCTS
● sheets; foils; square; round; hexagonal bars, tubes, extruded profiles

Make Us Your Partner
for Success!

...for Success!

...for Success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMANIA

METALURGIA

6
1992
IUNIE

REVISTĂ EDITATĂ DE SOCIETATEA COMERCIALĂ **SIDEROM** S. A.

cuprins

Semenescu, A. și Pivniceru, R.: **Grafitarea prin electrotermie a produselor cărbunoase** 9

Nicolae, Maria, Constantin, N. și Geantă, V.: **Cercetări privind hidrodinamica particulelor injectate într-o baie metalică** 13

Cojocaru, M., Grigorescu, G., Sfăt, C. și Hegeduș, C.: **Creșterea rezistenței la coroziune în medii acide a alamelor monofazice prin utilizarea de inhibitori indigeni** 17

Drăgan, Ioana, Zamfir, Simona și Vidu, Ruxandra: **Cercetări experimentale privind influența exercitată de tratamentul termic asupra rezistenței la coroziune a unui oțel inoxidabil austenitic de tip 18—8** 20

Trușculescu, M., Răduță, A., Șerban, V.A. și Murgu, P.: **Cercetări privind elaborarea și prelucrarea mecano-termică a unor materiale cu punct Curie controlat** 23

Pârvu, Gh., Miron, V. și Poșircă, I.: **Studiul influenței regimului de laminare la cald și a microalierii cu molibden asupra texturii benzii laminate la cald din oțel cu 3%Si** 27

Chițu, Gh. și Costea, A.: **Corelarea factorilor tehnologici în vederea realizării unor proprietăți fizico-mecanice superioare la oțelurile aliate cu Mn** 32

Brabie, V., Ștefănescu, Fl., Moldovan, P., Neagu, G. și Catalina, A.: **Rolul fenomenelor de interfață la producerea compozitelor metalice** 37

Vîrcolacu, I., Bălescu, C. și Mirea, V.: **Considerații generale privind turnarea continuă a oțelului** 43

Revista revistelor 16, 19, 22, 26, 45, 46, 47

COLEGIUL DE REDACȚIE:

BIVOLARU MARIN, COSTIN SCORȚEA, RADU CONSTANTIN GELU, IOAN FLORENTIN SANDU, ALEX. FLOREA, SILVIU SAMOILESCU, LADISLAU FRUMOSU, BUJOR ROȘCA, VASILE PARPALĂ, VIOREL MUNTEANU, LAURENTIE SOFRONI, EMIL FLORIAN, CONSTANTIN DUMITRESCU, ION GHIOSE, RADU HANGA, SANDU EUGEN, ION IACOBESCU, PETRE IANC, GHEORGHE PÂRVU, GHEORGHE LEPĂDATU, IULIAN RIPOȘAN

Redactor responsabil: prof. dr. ing. L. SOFRONI

Șef CIDMET: ing. **Brândușa Florentina Scorțea**

Redactor: ELENA PÂRVU

Redacția și administrația: București, str. Mendeleev 21—25, sectorul 1, telefon 59.49.90. Instituțiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SMB. Costul unui abonament: lei 3000 anual. Costul unui exemplar: lei 250.

Tiparul: S.C. „Universul" SA, str. Brezoianu, nr. 23 — 25 București ● c. 3458

contents

D.C. : 649.162.267.4

Semenescu, A. and Pivniceru, R. : **Electrothermic graphitization of coal products**

Continuous graphitization without packing material show the following advantages :

— a substantial reduction of electrical power consumption (the energy consumption may go down from 5,500 to 2,500 kWh/t ;

— homogeneous and higher electrode quality by a very uniform heating.

Metalurgia 44 (1992), No 6, p. 9—12

DC : 669.14 : 621.43—4

Nicolae, Maria, Constantin, N. and Geantă, V. : **The hydrodynamic of injected particles in a metallic bath**

In order to establish the technological refining parameters (pressure and flow rate of carrier gas, refining time, powder grain size) the minimum admissible speed of the injected material particle has to be known.

A mathematical model for determining the particle critical speed is proposed ; the model may be used both for ferrosilicon refining by injection of siderite (not taking into account the quantity of liquid metal to be refined) and for other alloys, refined by powder injection.

Metalurgia 44 (1992), No. 6, p. 13—16

DC : 620.193 : 669.35'5

Cojocaru, M., Grigorescu, G., Sfăt, C. and Hegeduş, C. : **The increase of the corrosion resistance in acid environments of monophasic brass by using domestic inhibitors**

The decrease of the corrosion rate, in acid environments, of the monophasic brass-made products is generally obtained by using corrosion inhibitors.

The paper presents the results of the experimental research concerning the influence of the chemical composition of the corrosive environments (10% HCl solution), of the inhibitor type and composition (thiourea) on the corrosion resistance of the monophasic brass, characterised by zinc concentrations between 10—30%.

The method of programmed experiment was used in order to solve the experiments cycle.

Metalurgia 44 (1992), No. 6, p. 17—19

DC : 669.15—194.56

Drăgan, Ioana, Zamfir, Simona and Vidu, Ruxandra : **Experimental research concerning the influence of the heat treatment on the corrosion resistance of 18—8 austenitic stainless steel**

Metalurgia 44 (1992), No. 6, p. 20—22

DC : 669.018.5

Truşculescu, M., Răduţă, A., Şerban, V. A. and Murgu, P. : **Studies concerning the making and the mechanic and heat treatment of some thermocompensating alloys with controlled Curie point**

The authors have studied the making of some thermocompensating alloys with controlled Curie point (50—60°C).

The research permitted the obtaining of Fe_{53-49} Ni_{35-3} Cr_{11-13} C_1 alloy which corresponds to the imposed conditions being easely reproducible in the above mentioned range.

After forging and cold rolling, the temperature of Curie point increases from 50—60°C to 130—140°C. This fact indicates that the technical operations modify the orientation of magnetic couples of the component atoms and influence the „ferromagnetic" behaviour of the alloy.

The homogenization annealing after the cold rolling (1100—1200°C/1h/furnace) determines the directional orientation of the magnetic couples of the component atoms and brings back the Curie point temperature in the range of 50... 60°C.

Metalurgia 44 (1992), No. 6, p. 23—26

DC : 669.14.018.583

Pârvu, Gh., Miron, V. and Poşircă. L. : **The influence of hot rolling and molybdenum microalloying on the texture of 3% silicon steel hot rolled strip**

The paper presents the influence of microalloying with molybdenum (0,02—0,03%) and of hot rolling conditions, (industrial conditions) on the texture of 3% silicon steel rolled strip which determines the obtaining of superior magnetical properties of the final product.

Metalurgia 44 (1992), No. 6, p. 27—31

DC : 669.15—194.3 : 669.74

Chifu, Gh. and Coslea, A. : **The correlation of the technological factors aimed to improve the physical — mechanical properties of the Mn alloy steels**

The paper presents the research carried out at Bucharest Heavy Machines Enterprise in order to determine the optimum values of the main technological parameters which influence the properties of the Mn alloy steel for obtaining high reliable products used at temperatures between —50°C and 350 (450)°C.

Metalurgia 44 (1992), No. 6, p. 32—36

DC : 669.018.25

Brabie, V., Stefănescu, Fl., Moldovan, P., Neagu, G. and Catalina, A. : **The paper discusses the interface phenomena intervening in the imbedding process of the material dispersed in the base metal matrix for the manufacturing of the composites. Various methods are also evaluated for the improvement of particle wetting by matrix material**

Metalurgia 44(1992), No. 6, p. 37—42

DC : 669.140 : 621.74.047

Vircolacu, I., Bălescu, C. and Mirea, V. : **General considerations on the continuous casting of steel**

Metalurgia 44 (1992), No. 6, p. 43—45

sommaire

CD : 662.6 : 621.785.377

Semenescu, A. et Pivniceru, R : **Graphitisation par electrothermie des produits charboneux**

La graphitisation continue sans matérial d'empaquetage présente les avantages suivantes :
— une baisse considérable des consommation d'énergie électrique (la consommation d'énergie peut être réduite de 5500 jusqu'à 2500 kW/t)
— une qualité homogène et supérieure des électrodes par un chauffage uniforme.

Metalurgia 44 (1992) nº. 6, p. 9—12

CD : 669.14 : 621.43—4

Nicolae, Maria., Constantin, N. et Geantă, V. : **Recherches sur la hydrodynamique des particules injectées dans un bain métallique**

Afin de déterminer les paramètres technologiques du raffinage (la pression et le débit du gas porteur, le temps de raffinage, la granulation de la poudre) il faut connaitre la vitesse minimum admissible pour la particule de matériel injecté.

A ce but, on a proposé un modèle mathématique pour calculer la vitesse critique de la particule, modèle qui peut être utilisé tant pour le raffinage du ferrosilicium par l'injection de la sidérite (sans tenir compte de la quantité de métal liquide soumis au raffinage) que pour d'autres alliages raffinés par l'injection de poudres.

Metalurgia 44(1992), nº. 6, p. 13—16

CD : 620.193 : 669.35'5

Cojocaru M., Grigorescu G., Sfăt, C. et Hegedus, C. : **Amélioration de la résistance à la corrosion en milieux acides des laitons monophasiques par l'utilisation des inhibiteurs indigènes**

La réduction de la vitesse de corrosion, en milieux acides des produits fabriqués en laitons monophasiques se réalise généralement par l'utilisation des inhibiteurs de corrosion.

L'article présente les résultats des recherches expérimentales concernant l'influence de la composition chimique du milieu corrosif (solution HCl 10%), du type et de la concentration de l'inhibiteur utilisé (thiourée) sur la résistance à la corrosion des laitons monophasiques caractérisés par concentrations de zinc compris entre 10 et 30%.

On a utilisé la methode de l'expériment programmé afin de résoudre le cycle d'expérimentations.

Metalurgia 44(1992), nº. 6, p. 17—19

CD : 669.15—194.56

Drăgan, Ioana, Zamfir, Simona et Vidu, Ruxandra : **Recherches expérimentales concernant l'influence du traitement thermique sur la résistance à la corrosion d'un acier inoxydable austénitique de type 18—8**

Metalurgia 44(1992), nº. 6, p. 20—22

CD : 669.018.4

Truşculescu, M., Răduţă, A., Şerban, V. A. et Murgu, P. : **Recherches concernant l'élaboration et le traitement mécanique-thermique de certains matériaux à point Currie contrôlé (50—60°C)**

Les auteurs analysent l'élaboration de certains alliages thermocompensateurs à point Curie contrôlé.

Les analyses effectuées ont permis l'élaboration de l'alliage Fe_{53-49} Ni_{35-37} Cr_{11-13} C_1 qui correspond aux contraintes imposées et sont facile à reproduire dans le domaine indiqué.

Après les opérations de forgeage et de laminage à froid, la température du point Curie augmente de 50...60°C à 130—140°C. Cela signifie que les opérations technologiques modifient l'orientation des moments magnétiques des atoms des composants et influencent „la ferromagnétique" de l'alliage.

Faisant une recuit de diffusion après le laminage à froid, on voit l'orientation directionelle des atoms des composants et on fait revenir la temperature du point Curie á 50—60°C.

Metalurgia 44(1992), nº. 6, p. 23—26

CD : 669.14.018.583

Pârvu, Gh., Miron, V. et Poşircă, I. : **L'étude de l'influence du régime de laminage à chaud et du microalliage à molybdène sur la texture de la bande laminée à chaud en acier à 3% silicium**

L'article présente l'influence du microalliage à molybdène (0,02—0,03%) et du régime de laminage à chaud, en conditions industrielles, sur la texture de la bande laminée en acier silicieux à 3% silice. Cette opération contribue à l'augmentation des propriétés magnétiques du produit fini.

Metalurgia 44(1992), nº. 6, p. 27—31

CD : 669.15—194.3 : 669.74

Chifu. Gh. et Costea, A. : **La corrélation des facteurs technologiques afin d'obtenir des propriétés physiques-mécaniques supérieures aux aciers alliés à Mn**

L'article présente une synthèse des recherches effectuées par l'entreprise „Machines Lourdes de Bucarest" afin de déterminer les valeurs optima des principaux facteurs technologiques qui influencent les caractéristiques des aciers alliés à Mn en vue d'obtenir des produits à fiabilité supérieure, pour températures d'utilisation comprises entre —50°C et 350 (450)°C.

Metalurgia 44(1992), nº. 6, p. 32—36

CD : 669.018.25

Brabie, V., Ştefănescu, Fl., Moldovan, P., Neagu, G. et Catalina, A. : **Le rôle des phénomènes d'interface qui apparaissent à la production des composites métalliques**

L'article présente les phénomènes d'interface qui apparaissent dans le processus d'englobement du matériel dispersé dans la masse métallique de base au cours de la production des composites.

On analyse également les méthodes d'amélioration des conditions de humectage des particules par le matériel de la matrice.

Metalurgia 44(1992), nº. 6, p. 37—42

CD : 669.14 : 621.74.047

Vircolacu, I., Bălescu, C. et Mirea, V. : **Considérations générales sur la coulée continue de l'acier**

Metalurgia 44(1992), nº. 6, p. 43—45

inhalt

DK : 662.6. : 621.785.377

Semenescu, A. und Pivniceru, R. : **Graphitisierung durch Elektrothermie der kohlenhaltigen Produkte**

Die kontinuierliche Graphitisierung ohne Packmaterial hat die folgenden Vorteile :

— substanzielle Verminderung des Verbrauchs von elektrische Energie (der Energieverbrauch kann von 5500 bis 2500 kW/t vermindert werden) ;

— gleichartige und überlegene Qualität der Elektroden mittels einer perfekt gleichförmigen Erwärmung

Metalurgia 44(1992) Nr. 6 s. 9—12

DK : 669.14 : 621.43—4

Nicolae, Maria., Constantin, N. und Geantă, V. : **Einige Erforschungen angesichts der Hydrodynamik der in einem Metallbad eingespritzten Teilchen**

Mit dem Ziel der Festsetzung der verfahrenstechnischen Parametern der Feinung (Druck und Durchflussmenge des Trägergases, Feinungsdauer, Staubkörnigkeit), muss die minimale zugelassene Geschwindigkeit für das Teilchen des ingespritzten Werkstoffs bekannt werden.

Deswegen wurde ein mathematisches Model für die Berechnung der kritischen Geschwindigkeit der Teilchen vorgeschlagen, das nicht nur bei der Feinung des Ferrosiliziums durch Einspritzung von Eisenspat, abgesehen von der zur Feinung unterworfenen Metallbadmenge, sondern auch bei anderen durch Staubinjektion verfeinten Legierungen, eingesetat wird.

Metalurgia 44(1992) Nr. 6 s. 13—16

DK : 620.193 : 669.35.5

Cojocaru, M., Grigorescu, G., Sfăt, C. und Hegedus, C. : **Zunahme des Korrosionswiderstands in sauren Medien des einphasigen Messing durch den Einsatz der inländischen Inhibitoren**

Die Verminderung der Korrosionsgeschwindigkeit in sauren Medien, der aus einphasigen Messing hergestellten Produkte, wird im allgemeinen durch Einsatz der Korrosionsinhibitoren ausgeführt.

In der Arbeit werden die Ergebnisse der experimentellen Erforschungen dargestellt, angesichts des Einflusses der chemischen Zusammensetzung des korrosiven Mediums (10% HCl-Lösung), Art und Konzentration des eingesetzten Inhibitors (tiource), auf den Korrosionswiderstand der einphasigen Messings, kennzeichnet durch Zinkkonzentrationen zwischen 10 und 30%

Es wurde die Methode des programmierten Versuchs eingesetzt.

Metalurgia 44 (1992), Nr. 6, s. 17—29

DK : 669—15—194.56

Drăgan, Ioana, Zamfir, Simona und Vidu, Ruxandra : **Experimentelle Erforschungen angesichts des Einflusses der Wärmebehandlung auf den Korrosionswiderstand eines rostfreien austenitischen 18—8 Stahls**

Metalurgia 44 (1992), Nr. 6, s. 20—22

DK : 669.018.4

Trușculescu, M., Răduță, A., Șerban, V.A. und Murgu, P. : **Erforschungen betreffs der thermomechanischen Herstellung und Verarbeitung einiger Werkstoffe mit kontrollierten Curiepunkt**

Es wurde die Herstellung einer thermokompensierenden Legierung mit einem Curiepunkt von 50...60°C untersucht.

Die durchgeführten Untersuchungen erlaubten das Erhalten der Fe_{53-47} Ni_{35-37} Cr_{11-13} C Legierung, welche den vorgegebenen Einschränkungen entspricht und welche im angegebenen Bereich leicht reproduzierbar ist.

Die Bearbeitung durch Schmieden und Kaltwalzen verändert bedeutenderweise den Curiepunkt (von 50...60°C auf 130...140°C). Das beweist, dass die technologischen Operationen die Orientierung der magnetischen Momente der Atome der Komponenten verändern und das „ferromagnetische" Verhalten der Legierung beeinflussen.

Die Anwendung des Homogenisierungsglühens (1100... 1200°C/1h/Abkühlen im Ofen)nach dem Kaltwalzen, ruft eine gerichtete Orientierung der magnetischen Momente der Atome der Komponenten hervor und senkt den Curiepunkt im Bereich von 50...60°C.

Metalurgia 44 (1992), Nr. 6, s. 23—26

DK : 669.14.018.583

Pârvu, Gh., Miron, V. und Poșircă, I. : **Erforschungen angesichts des Einfluss des Warmwaluzregimes und des Mikrolegierens mit Molbybdän, auf die Textur des Warmbandes aus einem 3% siliziumhaltigen Stahl**

Die Arbeit gibt den Einfluss des Mukrolegierens mit Molybdän (0,02—0,3%) und des Warmwalzenregimes wieder, unter industriellen Bedingungen, auf die Textur des 3% siliziumhaltigen Stahlwarmbandes, das die Erzielung mit höherstehenden magnetischen Eigenschaften des Endprodukts bestimmt.

Metalurgia 44 (1992), Nr. 6, s. 27—31

DK : 669.15—194.3 : 669.74

Chifu, Gh. und Costea, A. : **Korrelierung der verfahrenstechnischen Faktoren mit dem Ziel der Erhaltung einiger überlegenen physikalischmechanischen Eigenschaften der Mn-legierten Stähle**

Die vorliegende Arbeit gibt die Synthese der im I.M.G.B. (Schwermaschinenfabrik Bukarest) ausgeführten Erforschungen wieder, mit dem Ziel der Festsetzung der optimalen Werte der wichtigsten verfahrenstechnischen Faktoren, die die Eigenschaften der Mn-legierten Stähle beeinflussen, zwecks der Herstellung einiger Produkte mit einer hohen Leistungsfähigkeit, für Einsatzbereiche mit Temperaturen zwischen —50°C und 350(450)°C.

Metalurgia 44(1992), Nr. 6, s. 32—36

DK : 669.018.25

Brabie, V., Ștefănescu, Fl., Moldovan, P., Neagu, G. und Catalina, A. : **Zweck der Trennoberflächeerscheinungen im Bereich der Herstellung der metallischen Verbunde**

In der Arbeit werden die Trennoberflächeerscheinungen, die während des Einbettungsprozesses des in der Grundmetallmasse gestreuten Werkstoffs, bei der Herstellung der Verbundmettalle, eintreten. Es werden ebenfalls verschiedene Verbesserungsmethoden der Benetzungsbedingungen der Teilchen, mittels des Matritzenwerkstoffs analysiert.

Metalurgia 44 (1992), Nr. 6, p. 37—42

DK : 669.14 : 621.74.047

Vircolacu, I., Bălescu. C. und Mirea, V. : **Allgemeine Betrachtungen betreffs des Stranggiessens des Stahls**

Metalurgia 44 (1992). Nr. 6, s. 43—45

GRAFITAREA PRIN ELECTROTERMIE A PRODUSELOR CĂRBUNOASE

Ing. A. SEMENESCU
Institutul Politehnic București
Ing. R. PIVNICERU
IPROMET

CZ: 662.6 : 621.785.377

Producția electrozilor de grafit a cunoscut o puternică evoluție datorită dezvoltării accelerate a industriei metalurgice.

Electrozii constituie principalele produse cărbunoase care se grafitează prin electrotermie, ei fiind împărțiți în două clase mari:

— electrozi cilindrici care se utilizează la cuptoare electrice cu arc, în regim normal R, în regim HP (high-power) sau în regim UHP (ultra-high-power); caracteristicile lor sînt prezentate în tabelul 1;

Tabelul 1
Table 1

Caracteristicile electrozilor cilindrici
The features of the cylindrical electrodes

Caracteristicile	U/M	R	HP	UHP
Densitatea aparentă	kg/dm³	1,5—1,55	1,6—1,65	1,65—1,7
Porozitatea	%	28—30	24—26	22—24
Rezistența electrică	Ω	11—12	8—9	6—7
Rezistența la încovoiere	kg/cm²	50—60	80—100	120—140
Densitatea de curent	A/cm²	13—15	20—22	26—28

— electrozi sub formă de plăci care se folosesc la celulele de electroliză a aluminiului.

Grafitarea prin electrotermie a electrozilor și a altor produse cărbunoase se realizează în cuptoare de grafitare, a căror dezvoltare poate fi împărțită, cronologic, în trei etape de dezvoltare, toate prezentînd următoarele caracteristici:

— electrozii copți se grafitează împachetați într-un pat de cocs metalurgic, iar curentul electric trece direct prin electrozi;

Încălzirea pînă la 2000—3000°C se obține, în special, datorită rezistenței electrice de contact a cocsului.

— cuptoarele prezintă o formă paralelipipedică, fiind construite din cărămizi refractare pe bază de argilă refractară și căptușite cu cărămizi refractare pe bază de carbură de siliciu;

Electrozii de contact din grafit trec prin pereții frontali ai cuptorului.

— temperatura nu poate fi mărită rapid, deoarece uneori au loc ruperi ale electrozilor de contact, datorită condițiilor de temperatură ridicată;

— curentul electric folosit pentru grafitare este curentul alternativ monofazat; intensitatea curentului este mare, iar tensiunea scăzută; rezistența electrică scade rapid o dată cu creșterea temperaturii, atingînd o valoare finală de 1—5 mΩ.

Această valoare este de același ordin de mărime ca și reactanța circuitului de cuptor. Din această cauză, factorul de putere este scăzut. Reactanța rămîne aproape constantă în decursul exploatării cuptorului.

Dimensiunile electrozilor copți au crescut, în decursul anilor, pînă la Ø710 mm, ca și temperatura de grafitare, care a ajuns pînă la 3000°C.

Datorită acestui fapt au crescut continuu și dimensiunile cuptoarelor de grafitare, mărindu-se și puterea electrică aplicată, la care s-au utilizat transformatoare de 4500—5000 kVA.

Cuptoarele de grafitare, în primul stadiu de dezvoltare, au fost caracterizate prin amplasarea electrozilor în poziție orizontală la mijlocul cuptorului, iar refractarele de carbură de siliciu și cărămizile refractare, din care au fost construiți pereții, au fost reînnoite înaintea fiecărui ciclu de lucru. Pereții frontali ai cuptorului, precum și electrozii de contact de la pereții frontali au fost ficși (fig. 1). O dată cu creșterea dimensiunii electrozilor s-a trecut la utilizarea unor transformatoare tot mai mari.

Pentru a mări rezistența materialului de împachetare, cocsul a fost amestecat cu rume-

guș, cu bauxită etc., temperatura finală de grafitare fiind de 2600°C.

Cuptorul de grafitare, în primul stadiu de dezvoltare, a prezentat o reactanță, între corpul principal al cuptorului și conductorii din secundar, de 80% din reactanța totală. Conductorii nu au putut fi plasați mai aproape de corpul

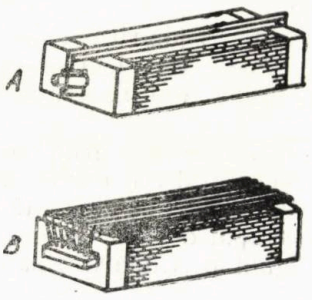


Fig. 1. Cuptoare de grafitare din primul stadiu de dezvoltare a cuptoarelor de grafitare
Fig. 1. First generation graphitization furnaces

cuptorului datorită temperaturii ridicate de la suprafața acestuia. Pentru a fi mai rezistente, cuptoarele au fost construite mai lungi și mai înguste. Acest nou sistem a fost realizat astfel încît cuptorul lung a fost împărțit în două cuptoare legate în serie (fig. 2).

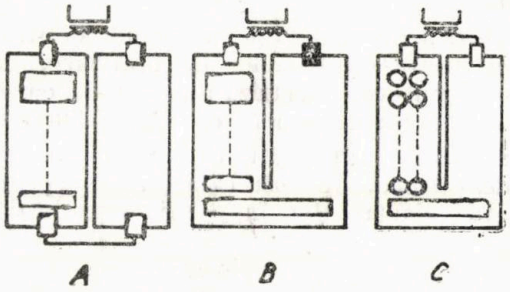


Fig. 2. Cuptoare de grafitare din cel de-al doilea stadiu de dezvoltare
Fig. 2. Second generation graphitization furnaces

Figura 2 *A*, indică o serie de cuptoare utilizate în prima parte a celui de-al doilea stadiu de dezvoltare, în timp ce în figura 2 *B*, sînt indicate două cuptoare legate prin intermediul electrozilor, la care reactanța părții laterale este mult micșorată.

Cuptorul prezentat în figura 2 *C*, este mai îngust, iar electrozii sînt încărcați vertical, pentru a micșora și mai mult reactanța.

Cărămizile din pereții laterali sînt permanente, iar căptușeala din refractare pe bază de carbură de siliciu se utilizează pentru 6—12 cicluri succesive. Temperatura finală atinge 2500—2750°C.

La cuptoarele din cel de-al treilea stadiu de dezvoltare s-au întîmpinat dificultăți la ridicarea temperaturii datorită creșterii dimensiunii electrozilor și a temperaturii de grafitare, fapt care a impus realizarea unor îmbunătățiri. Cuptorul elaborat la sfîrșitul acestui stadiu este scurt și are o secțiune transversală aproximativ pătrată, permițînd o creștere mai rapidă a temperaturii.

Acest cuptor este alimentat cu curent electric de tensiune scăzută și intensitate ridicată, iar datorită faptului că factorul de putere este foarte scăzut (în jur de 50% sau mai mic) se utilizează condensatoare legate în serie, în vederea măririi factorului de putere (fig. 3). Electrozii sînt încărcați vertical, cărămizile din pereții laterali constituie o structură per-

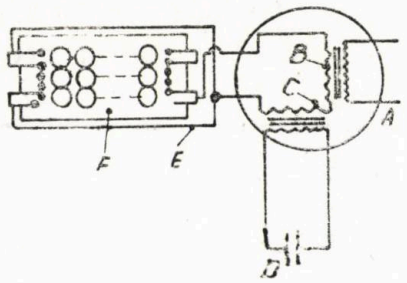


Fig. 3. Cuptor de grafitare din cel de al treilea stadiu de dezvoltare : *A* — tensiune primară, 11 kV ; *B* — transformator principal, cu tensiune secundară de 110—57 V, 4500 kVA ; *C* — serii de transformatoare la 5400 kVA, cu tensiune primară de 90 V_R și tensiune secundară de 11 V ; *D* — seria de condensatoare de 5400 kVA, 11 kV ; *E* — conductorul utilizat în comun ; *F* — cuptor de grafitare
Fig. 3. Third generation graphitization furnace : *A* — primary voltage, 11 kV ; *B* — main transformer, with 110—57 V, 4,500 kVA secondary voltage ; *C* — 5.400 kVA transformer chain, with 90 V_R primary voltage and 11 V secondary voltage ; *D* — 5.400 kVA, 11kV, capacitor series ; *E* — common leads ; *F* — graphitization furnace

manentă, iar refractarele de carbură de siliciu din căptușeală se utilizează succesiv pentru 6—12 cicluri de grafitare. La acest tip de cuptor se obține o temperatură de grafitare de 2700—3000°C.

Contribuții IPROMET la proiectarea cuptoarelor de grafitare

În scopul creșterii productivității instalației de grafitare, IPROMET S.A. a brevetat un cuptor de grafitare, constituit din ramuri paralele, fiecare din acestea avînd pereții interiori ficși și rigidizați cu ajutorul unor profiluri metalice ; pereții exteriori sînt demontabili și susținuți de niște suporturi metalice detașabile (atît pereții interiori, cît și cei exteriori fiind realizați din niște blocuri prefabricate, prevăzute cu goluri pentru evacuarea gazelor provenite din procesul de grafitare).

Cuptorul de grafitare brevetat de IPROMET S. A., prezentat în figura 4, este format din două ramuri paralele identice *A*, compuse dintr-o vatră *1*, construite din material refractar,

în care sînt practicate orificii pentru răcirea incintei cuptorului. Cele două ramuri *A* sînt prevăzute cu niște pereți interiori *2* din material refractar rigidizat cu ajutorul unor profiluri metalice *3*.

Între profilurile metalice *3* este amplasată o platformă *4*, care se utilizează pentru intervențiile efectuate la încărcarea sau descărcarea cuptorului.

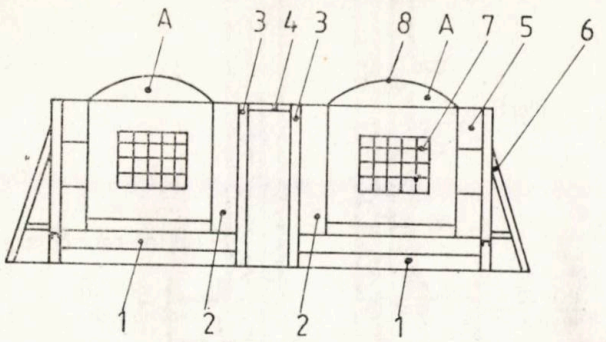


Fig. 4. Secțiune în plan vertical printr-un cuptor de grafitare
Fig. 4. Vertical section through a graphitization furnace

La partea exterioară a fiecărei ramuri *A* sînt prevăzuți niște pereți *5* din plăci prefabricate demontabile, susținute de suporți detașabili *6*, determinînd astfel o încărcare cu electrozi în cantitatea impusă de necesități.

Acoperirea cuptorului, în vederea păstrării atmosferei necesare procesului de grafitare, este asigurată de un material de împachetare *8*, care are grosimea de cca 1 m, alcătuit, în principal, din granule de cocs.

Încălzirea materialelor pentru grafitare se face electric, prin capetele de conectare *7* la redresoarele de curent continuu. Capetele de conectare sînt constituite din material carbonic răcit intens cu apă.

Blocurile prefabricate ale pereților *2* și *5* sînt prevăzute cu niște goluri pentru evacuarea gazelor provenite din procesul de grafitare.

Cuptorul de grafitare, proiectat de IPROMET S.A., prezintă următoarele avantaje : determină creșterea productivității de grafitare ; asigură scăderea consumului specific de energie electrică ; mărește fiabilitatea instalației.

Caracteristica principală a cuptorului de grafitare a electrozilor o constituie variația proprietăților sale electrice o dată cu creșterea temperaturii.

Formula teoretică și experimentală pentru calcularea creșterii temperaturii la cuptorul de grafitare a fost elaborată de un grup de cercetători japonezi [3]. Secțiunea transversală a cuptorului este dreptunghiulară.

Utilizînd datele existente pentru cuptoarele de grafitare, industriale, se obține o concordanță foarte bună a fluxului termic între formula experimentală și cea teoretică.

În mod asemănător, utilizînd coordonate polare, s-a calculat și temperatura în interiorul cuptoarelor de grafitare care, în urma unor aproximări făcute, necesare proiectanților de cuptoare, are expresia :

$$\theta = \frac{K}{h \cdot P} \qquad (1)$$

unde : K este puterea de încălzire pe 1 m, în lungul zonei de încălzire, kW/m ;
h — rezistența termică a stratului de izolare, inclusiv transferul superficial de căldură, m²h°C/kcal ;
P — perimetrul zonei de încălzire, *m*.

Întrucît K este egal cu I^2R, unde I este intensitatea curentului și R rezistența, pentru a mări valoarea temperaturii θ, este evident că atît R, cît și I trebuie mărite. Mărirea lui R este mai dificilă pe măsură ce dimensiunea electrozilor devine mai mare, în timp ce creșterea lui I se obține ușor cu o serie de condensatoare legate în circuit, pentru a preveni micșorarea factorului de putere. O altă cale pentru mărirea lui θ o constituie micșorarea lui h și P.

Micșorarea rezistenței termice h

Nu s-a putut găsi, pînă în prezent, nici un material tehnic care să aibă o conductibilitate mai mică și o rezistență termică mai mare decît carbura de siliciu, deci refractarele pe bază de carbură de siliciu se dovedesc a fi cele mai corespunzătoare pînă acum.

Micșorarea perimetrului de încălzire P

Secțiunea transversală circulară este cea ideală, astfel că, în cel de-al treilea stadiu de dezvoltare, cuptoarele de grafitare construite prezintă o secțiune transversală pătrată, pentru a se apropia de forma ideală.

Funcționarea cuptoarelor de grafitare

În figura 5 se indică o diagramă tipică de lucru a acestui tip de cuptor de grafitare: 35 mii kg electrozi se încarcă în cuptor și se consumă 176 mii kWh. Puterea crește liniar de la valoarea inițială de 1500 kW pînă la 4300 kW, în decursul primelor 20 de ore. În decursul acestei perioade, rezistența cuptorului scade continuu. Temperatura atinge 1500°C după 20 de ore, temperatura finală fiind de 2850°C.

Perspectivele în construcția de cuptoare de grafitare

Avînd în vedere dificultățile întîmpinate în exploatarea cuptoarelor de tipul descris, dificultățile legate de manipularea unor cantități

mari de materiale de împachetare, precum și de consumuri energetice mari, pe plan mondial au început să existe tot mai multe preocupări pentru procedee continue de grafitare și de realizare a acesteia fără material de împachetare, grafitarea realizîndu-se într-o atmosferă de protecție împotriva oxidării electrodului.

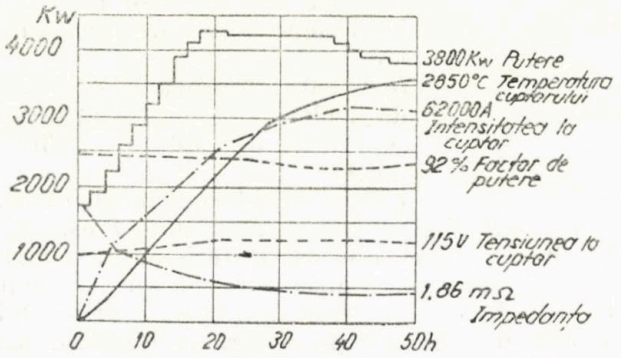


Fig. 5. Diagrama de funcționare a cuptorului de grafitare
Fig. 5. Graphitization furnace operating diagram

În acest sens, este conceput un cuptor tubular cu deplasarea longitudinală a electrozilor cu camere ecluză la capetele de intrare și ieșire.

Prin circulația forțată a atmosferei interioare se realizează transferul de căldură, în sensul răcirii și încălzirii electrozilor în contra-curent, căldura necesară asigurării și ridicării temperaturii la 2500—3000°C fiind furnizată de energia electrică transferată electrozilor prin efectul Joule-Lenz.

La ora actuală, firma Union Carbide are în funcțiune o asemenea instalație în S.U.A., iar firma Sigri are în curs de montaj o instalație similară la Steg în Austria.

O asemenea instalație se prezintă în figura 6, de unde reiese complexitatea deosebită a acestui agregat.

Avantajele energetice care apar în cazul utilizării unei grafitări continue fără material de împachetare sînt prezentate prin analiza bilanțurilor termice comparate (tab 2).

Din compararea rezultatelor de bilanț rezultă o scădere substanțială a consumului de energie electrică.

Astfel, consumul de energie poate scădea de la 5500 kW/t la cca 2500 kW/t.

În afara avantajului energetic net, grafitarea continuă fără material de împachetare realizează și o calitate omogenă și superioară a electrozilor printr-o încălzire perfect uniformă.

Aceste avantaje vor ajuta la extinderea hotărîtă a acestui nou tip de instalație de grafitare.

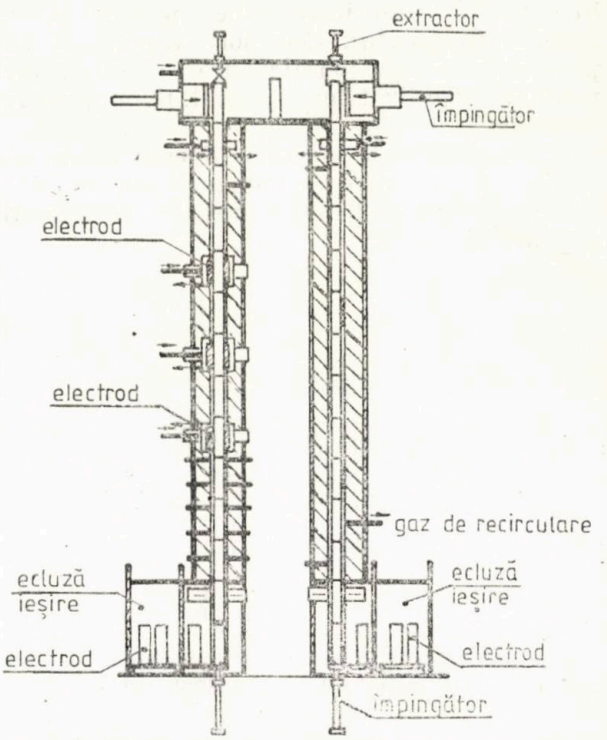


Fig. 6. Instalația de grafitare continuă
Fig. 6. Continuous graphitization plant

Analiza bilanțurilor termice comparate
Comparable thermal balances analysis

Căldura consumată	Variantele	
	I-discontinuu, Gcal/ciclu	II-continuu, Gcal/ciclu
Pentru încălzirea electrodului	120	120
Pentru încălzirea materialului împachetat	225	0
Prin conductibilitatea pereților	50	150
Prin acumulare în pereți	48	0
Evacuată cu gazele arse	78	14
Pentru pierderile neprevăzute prin contactele electrice imperfecte și transportul de energie	29	16
TOTAL	650	300

BIBLIOGRAFIE

[1] Brevet nr. 88732, România.
[2] Brevet nr. 4215982, S.U.A.
[3] * * * — *Dezvoltarea cuptoarelor de grafitare la firma TOKAIELECTROD Mfg. Co., Japonia.*
[4] * * * — *Diagrame de grafitare — calcul și prescripții,* firma GANDUSIO ENGINEERING.
[5] Sevin, R. — *La fabrication des electrodes de graphite par la Cie l'Electrographite de la Meuse à l'usine de Clermont - Sans - Huy,* Belgia, Journal de faur élèctrique. nr. 10, 1974.

CERCETĂRI PRIVIND HIDRODINAMICA PARTICULELOR INJECTATE ÎNTR-O BAIE METALICĂ

Dr. ing. MARIA NICOLAE
Ing. N. CONSTANTIN
Ing. V. GEANTĂ
Institutul Politehnic București

CZ: 669.14 : 621.43 – 4

Introducere

Unul dintre principalii parametri tehnologici ai procesului de rafinare prin injecție este presiunea gazului purtător, care trebuie să asigure o alimentare continuă și fără șocuri a băii metalice cu pulbere. Variațiile mari ale gazului purtător pot duce fie la obturarea orificiului lăncii de injecție, prin absorbție de topitură metalică, dacă presiunea gazului purtător scade prea mult, fie, dimpotrivă, la o agitație prea puternică a băii metalice (avînd ca efect pierderi însemnate de material metalic prin împroșcări și stropi, accidente de muncă, precum și micșorarea gradului de utilitate a pulberii prin antrenarea particulelor spre suprafață) dacă presiunea gazului purtător este prea mare.

În vederea stabilirii presiunii optime de lucru a gazului purtător, în procesul de rafinare prin injecție, s-a studiat dinamica particulei de pulbere în baia metalică.

Procesul de injecție, în cazul unor pulberi solide, se remarcă prin trei faze distincte : contactul particulă — baie metalică, dispersia și dizolvarea particulelor în baia metalică [1].

Contactul particulă — baie metalică

Energia cinetică a particulei de pulberi, la ieșirea din orificiul lăncii, trebuie să permită, printre altele, învingerea barierei de tensiune superficială la interfața baie metalică — gaz și pătrunderea acestora în baia metalică.

Lucrul mecanic consumat la pătrunderea particulei în baia metalică pe seama energiei cinetice a particulei este :

$$W = -\frac{2}{3}\pi d_p^2\ \sigma \cdot \cos\ \theta \qquad (1)$$

iar modificarea energiei cinetice a particulei de pulbere este dată de relația :

$$\Delta E_c = \frac{1}{12} \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot d_p^3 (v^2 - u_i^2) \qquad (2)$$

unde : v este viteza de injectare ; d_p — diametrul particulei ; ρ_p — densitatea particulei ; θ — unghiul de umectare ; σ — tensiunea interfazică gaz — lichid ; u_i — viteza particulei imediat după pătrunderea ei în baia metalică.

Dacă se neglijează căldura produsă și alte pierderi de energie, se poate considera că întreaga modificare de energie cinetică se transformă în lucru mecanic de penetrare. În aceste condiții rezultă expresia variației vitezei :

$$\Delta v = \left(\frac{-8\ \sigma\ \cos\ \theta}{\rho_p \cdot d_{p\,cr}} \right) \qquad (3)$$

unde $d_{p\,cr}$ este diametrul critic al particulei, diametru care permite pătrunderea particulei în baia metalică.

În cazul rafinării ferosiliciului standard prin injecție de siderită, s-au determinat experimental tensiunea interfazică (topitură de ferosiliciu — gaz purtător) și unghiul de umectare a particulei de siderită de către ferosiliciul lichid, folosindu-se metoda picăturii pe plăcuță. Plăcuța a fost confecționată din siderită cu circa 29% Fe.

Rezultatele obținute sînt prezentate în figura 1 și tabelul 1.

Tabelul 1
Table 1

Valorile caracteristicilor fizico-chimice ale FeSi
Values of the FeSi physico-chemical properties

Durata	Temperatura, K	Unghiul θ, °	Densitatea FeSi, kg/m³	Tensiunea superficială, kJ/m²
0	1600	155	3900	827
30″	1600	150	3890	914
1′30″	1610	145	3870	920

La stabilirea diametrului critic pentru particule trebuie să se țină seamă de mai mulți factori. Astfel, un efect mare de rafinare se poate obține pe baza creșterii suprafeței de contact : reactant — baie metalică. Pe de altă parte

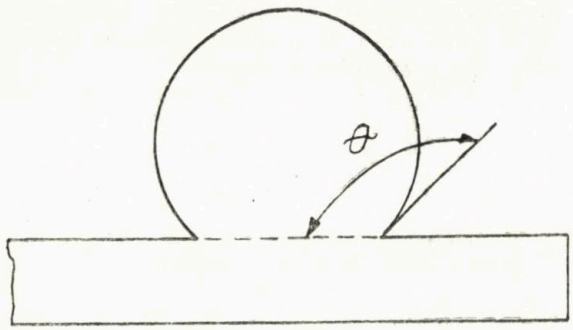


Fig. 1. Formarea picăturii pe plăcuță
Fig. 1. Formation of the drop on the plate

utilizarea unui material cu granulație prea mică duce la micșorarea posibilității de penetrare a particulelor în baie, mai ales dacă acestea sînt greu penetrabile, cum este cazul sideritei ($\theta \approx$ $\approx 150°$); acestea sînt transportate la suprafață de bulele de gaz. De aceea, din încercările preliminare efectuate s-au stabilit ca fiind convenabile, pentru particulele de siderită, dimensiunile cuprinse între 0,3 și 3,0 mm, împărțite în cinci clase granulometrice, pentru care s-au efectuat și calculele pentru u_i și Δv (tab. 2).

Tabelul 2
Table 2

Valorile parametrilor tehnologici ai procesului de rafinare
The values of the refining process parameters

d_p mediu, 10^3 m	Δp, m/s	u_i', m/s	v, m/s	Viteza adoptată, m/s	Q_{gaz}, l/min	$\dot{\varepsilon}$, W/t	τ, s
2,75	0,85	18,35	19,2	19,5	90	29,7	1,94
2,25	0,94	20,28	21,2	21,5	99	32,6	1,88
1,75	1,06	13,0	24,0	24,0	113	37,3	1,80
1,25	1,26	27,0	28,3	28,5	135	43,8	1,70
0,7	1,69	36,2	37,9	38,0	179	58,9	1,55
0,3	2,58	55,5	58,0	58,0	273	90,0	1,34

Dispersia particulelor în baia metalică

După învingerea barierei de tensiune superficială, particulele de pulbere pătrund în baia metalică pe o distanță care depinde de proprietățile fizico-chimice ale particulei (formă, dimensiune, densitate) și ale băii metalice (densitate, viscozitate), precum și de viteza inițială a acesteia. Se poate considera că energia cinetică remanentă a particulei este transferată băii metalice, datorită forțelor de frînare opuse de aceasta.

Pentru ca procesul de rafinare să fie cît mai eficient, trebuie ca particulele injectate să se disperseze cît „mai" uniform în baie, evitîndu-se aglomerările locale de material; deci, ele trebuie să aibă o viteză u_i corespunzătoare mărimii recipientului de rafinare.

Deoarece literatura de specialitate consultată nu oferă date suficiente pentru stabilirea unei relații de calcul al vitezei u_i(deși s-au făcut numeroase experimentări, mai ales pentru rafinarea oțelurilor și fontelor), s-a încercat rezolvarea acestei probleme într-o manieră proprie. Astfel, s-a făcut un bilanț energetic (conform principiului conservării energiei) pentru două niveluri B și B' (fig. 2), situate la suprafața topiturii și la adîncimea de pătrundere a lăncii de injecție.

Relația obținută este:

$$E_{c,r} + G = A + R + F \qquad (4)$$

unde: $E_{c,r}$ este energia cinetică remanentă a particulei după penetrare; G — energia potențială a particulei; A — lucrul mecanic de învingere a forței arhimedice; R — lucrul mecanic de învingere a forțelor de frecare cu mediul; F — lucrul mecanic de învingere a presiunii ferostatice.

Forma finală a relației (4) este:

$$\frac{m_p \cdot u_i^2}{2} + m_p g \cdot aH = V_p g\,(\rho_1 - \rho_p)aH + $$

$$+ 6\pi \cdot \eta_1 \cdot r_p \cdot \frac{u_i}{2} aH + \pi r_p^2\, \rho_1 \cdot ga(1 - a)H^2 \qquad (5)$$

unde: m_p este masa particulei; aH — distanța de la capătul lăncii la fundul recipientului; $V_p(r_p)$ — volumul (raza) particulei; ρ_1 și ρ_p — densitățile topiturii și particulelor; g — accelerația gravitațională; η_1 — viscozitatea dinamică a topiturii; u_i — viteza particulei imediat după penetrare.

Adîncimea de injecție trebuie corelată cu scopul urmărit, granulația materialului, debitul de gaz injectat și cu viteza de injecție. Pentru un calcul simplificat, se poate considera ca fiind valabilă o adîncime de injecție de 2/3 din adîncimea băii metalice pentru care optează cei mai mulți cercetători, deși părerile sînt împărțite. Pentru rezolvarea riguroasă a problemei se impune un calcul statistic, în vederea stabilirii valorii optime a adîncimii de injecție, luînd ca parametri independenți toți factorii care influențează gradul de dispersie a materialului injectat.

Un alt aspect, care nu trebuie neglijat în calculul vitezei reale a particulei după penetrare, este evazarea jetului de fluid (gaz purtător + pulbere) la ieșirea lui din lance, deoarece particulele dispuse la periferia jetului au o viteză mai mică decît cele din axa lui.

Nivelul energetic inițial trebuie să asigure, în acest caz, o viteză u_i dată de relația:

$$u_i' = \frac{u_i}{\cos \alpha} \qquad (6)$$

Unghiul de evazare α (fig. 3) poate fi apreciat la circa 15° pe latură [2].

Dacă la viteza $u'i$ se adaugă pierderile de viteză Δv, se obţine viteza minimă a jetului, notată cu v.

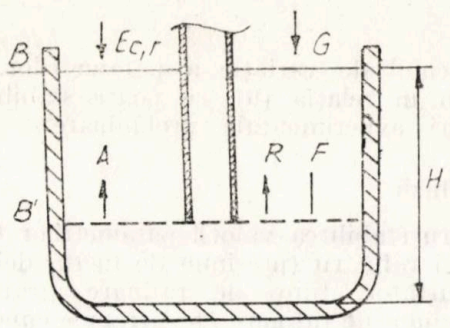


Fig. 2. Schema rafinării prin injecţie
Fig. 2. Injection refining diagram

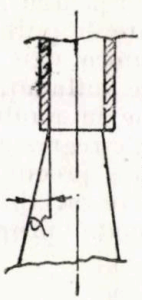


Fig. 3. Forma jetului la ieşirea din lance
Fig. 3. Jet form at lance exit

Rezultatele calculelor efectuate pentru experimentările la scară pilot sînt prezentate în tabelul 2. Experimentările au fost efectuate în cazul rafinării a circa 30 kg de ferosiliciu (75% Si), cu viscozitatea cinematică $\nu = 2{,}7 \cdot 10^{-7}$ m²/s şi densitatea $3 \cdot 10^3$ kg/m³, cu siderită avînd densitatea de $3{,}8 \cdot 10^3$ kg/m³; s-a folosit o lance cu un diametru interior de 10^{-2} m. Diametrul recipientului de rafinare a fost de 200 mm.

Dizolvarea particulelor în baia metalică

Procesul de dizolvare este influenţat de doi factori: aria suprafeţei particulei şi mărimea transferului de masă. Timpul de dizolvare este direct proporţional cu dimensiunea particulei şi invers proporţional cu coeficientul transferului de masă.

În cazul procesului de injecţie, transferul de masă este un fenomen complex, la care participă atît convecţia naturală cît şi convecţia forţată datorată agitării băii metalice cu gazul purtător.

Considerînd particula sferică, coeficientul de transfer de masă K_M s-a calculat cu criteriul Sherwood [3] pentru convecţia frontală:

$$\mathrm{Sh} = 2 + 0{,}57(G_r \cdot S_c)^{0{,}25} + 0{,}35(R_e \cdot S_c^{0{,}55})^{0{,}63} = \frac{K_M \cdot L}{D} \qquad (7)$$

unde: G_r este criteriul Groshoff:

$$G_r = \frac{g \cdot L^3 \cdot \Delta\rho}{\rho_m \nu^2}$$

S_c — criteriul Schmidt:

$$S_c = \frac{\nu}{D}$$

R_e — criteriul Reynolds:

$$R_e = \frac{M \cdot L}{\nu}$$

M — masa fluidului;

L — dimensiunea caracteristică a sistemului;

g — acceleraţia gravitaţională;

$\Delta\rho$ — diferenţa dintre densitatea în masa fluidului şi cea de la suprafaţă;

D — coeficientul de difuzie:

$$D = \exp\left(-6{,}65 - \frac{1671{,}32}{\mathrm{T}}\right) \text{ [4]};$$

ρ_m — densitatea medie în masa fluidului.

Din calculele efectuate a rezultat valoarea coeficientului de transfer de masă $K_M = 2{,}3 \cdot 10^{-3}$ (m/s), pentru cazul cel mai nefavorabil cînd particulele sînt mari (max. 2,75 mm) şi viteza jetului este foarte mică. În cazul utilizării particulelor cu dimensiunea medie 1,25 mm, $K_M = 3 \cdot 10^{-3}$ (m/s).

Valorile obţinute sînt în bună concordanţă cu cele realizate experimental sau prin calcul, prezentate de literatura de specialitate, pentru rafinarea oţelului prin injecţie, la turbulenţe similare.

Energia de agitare a băii metalice ε depinde de debitul de gaz purtător Q, de temperatura băii metalice T şi de raportul dintre presiunea statică a ferosiliciului P şi presiunea atmosferică P_0 [5]:

$$\varepsilon = 6{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot Q \cdot T\left(1 - \frac{273}{\mathrm{T}} + \ln\left(1 + \frac{P}{P_0}\right)\right), \mathrm{W} \qquad (8)$$

Densitatea de energie (energia specifică consumată) s-a calculat cu relaţia [5]:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{m_1}, \text{ W/t} \qquad (9)$$

în care m_1 este cantitatea de baie metalică tratată.

Timpul de amestecare τ poate fi estimat pe baza energiei cedate băii metalice de sistemul dispers particulă — gaz purtător $\dot{\varepsilon}$, prin relaţia:

$$\tau = a \cdot \dot{\varepsilon}^{-n} \qquad (10)$$

în care a şi n sînt constante care depind de tipul experimentului, iar în cazul studiat s-au adoptat valorile $a = 58$ şi $n = 0{,}33$ [5].

Rezultatele calculelor efectuate pentru instalaţia pilot, pe care s-au făcut experimentările, sînt prezentate în tabelul 2. În timpul experimentărilor la scară pilot şi la scară industrială, este foarte dificil de menţinut constante valorile unui număr mare de parametri care influenţează viteza particulelor injectate, gradul de turbulenţă şi gradul de rafinare.

De asemenea, este util să se stabilească un model matematic care să poată fi aplicat la scară pilot şi industrială în diferite condiţii (pentru diferite materiale supuse rafinării).

Modelul matematic, realizat pentru determinarea vitezei minime admise a particulei injectate prezentat în relaţia (6), a fost analizat statistic cu ajutorul calculatorului pentru condiţii pilot: $H_1 = 0{,}24$ m şi pentru condiţii industriale concrete: $H_2 = 0{,}25$ m.

Modelul matematic s-a stabilit pe baza relaţiei (5) şi are următoarea formă (pentru particule sferice):

$$\frac{1}{6} d_p^2 \cdot \rho_p \cdot v^2 - 3\ \nu_1 \cdot \rho_1 \cdot aH \cdot v = \frac{1}{3} d_d^2 (\rho_1 - \rho_p) g \cdot aH + \frac{1}{2} d_p \rho_1 \cdot g \cdot a(1-a) H^2 - \frac{1}{3} d_p^2 \rho_p \cdot g \cdot aH. \qquad (6)$$

Domeniul de variaţie a parametrilor, care intervin în relaţia (6), se poate stabili prin cercetări experimentale preliminare.

Concluzii

Pentru stabilirea valorii parametrilor tehnologici ai rafinării (presiune de lucru, debit de gaz purtător, timp de rafinare, granulaţia materialului de rafinare etc.) trebuie cunoscută viteza minimă pentru particulele de material injectat.

Modelul matematic propus poate fi utilizat atît pentru rafinarea ferosiliciului cu siderită la scară pilot sau industrială, cît şi pentru alte aliaje supuse rafinării prin injectare de pulberi.

Prin analizarea statistică cu ajutorul calculatorului se stabileşte ponderea de influenţă a fiecărui parametru, care intervine în modelul matematic, şi se pot trasa curbe de regresie pe baza corelaţiilor simple şi multiple, precum şi histograma de frecvenţă pentru toate variabilele independente din modelul matematic propus.

BIBLIOGRAFIE

[1] Apelian, S. ş.a. *Injecţia particulelor neplutitoare*, 2nd International Conference on Injection Metallurgy, Luleå, 1980.

[2] Szekely, I. ş.a. *Fenomene de curgere în oalele barbotate cu argon*. 2nd International Conference on Injection Metallurgy, Luleå, 1980.

[3] Dragomir, I. *Teoria proceselor siderurgice*. Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică, 1985.

[4] Popovolţki, D. Ia ş.a. *Difuzia oxigenului în fierul topit*. În: Metalli, U.R.S.S. nr. 6, 1981, p. 55.

[5] Usui, T. ş.a. *Elaborarea oţelului pentru conducte de gaze acide prin injectarea cu gaz şi pulberi*. 2nd International Conference on Injection Metallurgy, Luleå, 1980.

revista revistelor

REVUE DE MÉTALLURGIE, Franţa, nr. 4, 1991

— Insuflarea masivă a cărbunelui în furnalele Ijmuiden ale firmei Hoogovens, p. 323 — Trei luni de funcţionare a furnalului nr. 4 al firmei Sollac Dunkerque cu mai puţin de 300 kg de cocs (25 mm) pe tona de fontă, p. 335 — Funcţionarea cu un consum scăzut de cocs a furnalului nr. 2 Kakogawa, al firmei Kobe Steel, p. 345 — Insuflare mixtă a cărbunelui pulverizat şi a gazului de cocserie la cele două furnale ale firmei Sollac Fos, p. 353 — Realizarea unui sistem pentru detectarea astupării duzelor de răcire prin atomizare în cazul turnării continue a sleburilor, p. 361 — Comportarea oţelurilor slab aliate în prezenţa H_2S: mecanisme, factori principali, soluţii, p. 369 — Măsurători şi analize: fundamentul calităţii oţelului şi al încrederii clientului, p. 383.

STAHL UND EISEN, Germania, nr. 10, 1991

— Încercări de deformare asupra unui material compacta prin injecţie, p. 45 — Caje de laminor cu mai mulţi cilindri, cu reglare hidraulică, p. 52 — Linia combinată de zincare prin imersare la cald şi aluminare, în uzina Donglen Steel din Coreea de Sud, p. 59 — Un nou procedeu de analiză a uleiurilor de laminare la rece, p. 77 — Capacitatea de utilizare a instalaţiilor în domeniul chimiei analitice, p. 83 — Utilizarea procedeelor de recunoaştere a modelului în domeniul supravegherii instalaţiilor, p. 88 — Condiţiile metalurgice ale defosforării optime cu ajutorul zgurilor de afinare saturate cu calciu, p. 100 — Încercări model asupra emulsionării şi precipitării picăturilor de zgură din oalele de turnare, p. 106.

CREȘTEREA REZISTENȚEI LA COROZIUNE ÎN MEDII ACIDE A ALAMELOR MONOFAZICE PRIN UTILIZAREA DE INHIBITORI INDIGENI

Conf. dr. M. COJOCARU
Ing. G. GRIGORESCU
Ing. C. SFĂT
Institutul Politehnic București
Ing. C. HEGEDUȘ

CZ : 620.193 : 669.35'5

Introducere

Reducerea vitezei de coroziune, în medii cu caracter acid, a produselor executate din alame monofazice se realizează, în general, prin utilizarea unor inhibitori de coroziune (ex. inhibitor de tip Polyrad 1110—0,2%); eficiența inhibitorilor nu depășește totuși limita de 57%. În cazul cuprului pur, utilizarea inhibitorului Polyrad 0,515A (compuși aminici) ridică eficiența protecției anticorosive, asigurată de acesta, la aproximativ 99%.

Datele referitoare la eficiența unui sau altui inhibitor de coroziune se modifică sensibil la variația compoziției chimice, a stării structurale și de tensiuni a alamei, compoziției chimice și gradului de aerisire a mediului, concentrației inhibitorului etc.

Este necesară, deci, o corelare riguroasă a tipului de inhibitor utilizat, cu caracteristicile mediului de coroziune și cu cele ale materialului din care este executat produsul aflat în contact cu mediul. Prin cercetări experimentale, s-a urmărit posibilitatea utilizării tioureii ca inhibitor al procesului de coroziune generat de cuplul alamă monofazică — mediu cu caracter acid. Pentru edificarea concluziilor cercetării, s-au luat în analiză alame monofazice cu concentrații ale zincului cuprinse între limitele 10 și 30% în stare „tare" (115—130 *HB*; *Km* = 353—515 N/mm²), recoapte 1—3 ore în domeniul de temperaturi 200—400°C. S-a avut în vedere faptul că, în acest domeniu de temperaturi, alamele înregistrează un fenomen de fragilizare generat de apariția unei pelicule fragile separate intercristalin, ca urmare a prezenței elementelor însoțitoare Ps, S, Bi etc.

Aceste pelicule creează o variație a compoziției chimice la nivelul limitei de grăunți, favorizînd procesul de coroziune intercristalină. Pornind de la aceste premise, cercetările experimentale au urmărit, în paralel, și stabilirea evoluției interacțiunii material metalic — mediu corosiv în cazul existenței peliculelor fragilizante.

Cercetările experimentale au fost orientate în direcția stabilirii influenței pe care o manifestă compoziția chimică a mediului corosiv, precum și tipul și concentrația inhibitorului asupra alamelor monofazice, caracterizate prin concentrații diferite de zinc, concentrația variind între 10 și 30% Zn.

Metoda de experimentare

Pentru determinarea acțiunii cumulate a mediului și a inhibitorului asupra alamelor monofazice (caracterizate prin concentrații diferite ale zincului) și pentru determinarea gradului de influență manifestat de fiecare factor al interacțiunii (compoziția chimică a alamei, parametrii termici și temporali ai recoacerii care reclamă separarea unor faze fragile la limitele grăunților, compoziția chimică a mediului corosiv și a inhibitorului) în rezolvarea ciclului de experiențe, s-a utilizat metoda experimentului programat.

Condițiile de experimentare (matricea experimentului programat) și valorile indicelui gravimetric $K = \frac{\triangle G}{S \cdot t}$, g/mm²h (ca parametru de optimizat, notat cu y în ecuația de regresie), pentru fiecare experiență, sînt prezentate în tabelul 1.

Drept inhibitor a fost ales un compus organic, tioureea :

$$H_2N-\underset{\underset{S}{\|}}{C}-NH_2$$

Modelul matematic ales inițial (liniar) a fost verificat statistic pentru a analiza măsura în care se exprimă cu fidelitate influența manifestată de fiecare parametru independent asupra parametrului de optimizat (s-a făcut verificarea concordanței modelului calculat cu ajutorul valorii criteriului Ficher, calculat pentru un anumit nivel de semnificație $\alpha = 0{,}05$).

Tabelul 1

Table 1

Intervalele de variaţie a parametrilor independenţi şi condiţiile de experimentare impuse de modelul matematic liniar (soluţie HCl 10%)

The variation ranges of the independent parameters and the experimental conditions imposed by the linear mathematical model; (10% HCl solution)

Factorii	Concentraţia de cupru, %	Treceri, °C	Treceri, h	Concentraţia de inhibitor, %	$\frac{\Delta G}{S \cdot t} \times 10^{-7}$ g/mm² · h
	x_1	x_2	x_3	x_4	y
Nivel de bază (X_0)	80	300	2	0,5	—
Interval de variaţie(ΔX)	10	100	1	0,5	—
Nivel superior $X_0+\Delta X$)	90	400	3	1	—
Nivel inferior ($X_0-\Delta X$)	70	200	1	0	—

$y = 10^{-7} \times (29{,}3 - 2{,}5X_1 - 1{,}6\ X_2 - 2{,}98\ X_3 + 18{,}67\ X_4)$

— Condiţia de verificare statistică a coeficienţilor ecuaţiei:

$$\overline{|\ |b_i| > \Delta b_i\ |}$$

$b_0 = -29{,}3 \cdot 10^{-7}$; $b_1 = -2{,}5 \cdot 10^{-7}$;

$b_2 = -1{,}6 \cdot 10^{-7}$; $b_3 = -2{,}98 \cdot 10^{-7}$; $b_4 = 18{,}67 \cdot 10^{-7}$

— Condiţia de concordanţă a modelului:

$$\overline{|\ F_{tab.} > F_{calc.}\ |}$$

$F_{calc.} = 3{,}568$; $F_{tab.} = 8{,}74$

Rezultatele obţinute. Concluzii

Ecuaţia de regresie determinată prin prelucrarea datelor experimentale este:

$$y = 10^{-7}(29{,}3 - 2{,}5\ x_1 - 1{,}6\ x_2 - 2{,}98\ x_3 + 18{,}67\ x_4) \quad (1)$$

Din verificarea statistică a coeficienţilor ecuaţiei de regresie, prin compararea valorii absolute a coeficientului *bi* cu valoarea intervalului său de încredere Δbi, a rezultat $b_2 < \Delta bi$. Din verificarea statistică efectuată se poate trage concluzia referitoare la acţiunea neglijabilă manifestată de temperatura de recoacere în intervalul de valori alese asupra parametrului de optimizat.

Forma particulară a ecuaţiei de regresie este:

$$y = 10^{-7}x(29{,}3 - 2{,}5\ x_1 - 2{,}98\ x_3 + 18{,}67\ x_4) \quad (2)$$

Forma particulară a ecuaţiei de regresie (2), a modelului liniar, stabilită în cazul cuplului de coroziune alamă-soluţie apoasă HCl 10%, duce la următoarele concluzii:

— creşterea rezistenţei la coroziune (scăderea indicelui gravimetric) se asigură prin creşterea concentraţiei cuprului din alamă monofazică, a timpului de menţinere la recoacere şi prin scăderea concentraţiei inhibitorului (rata de scădere a concentraţiei inhibitorului trebuie să fie mult mai puternică comparativ cu rata de creştere a celorlalţi parametri, datorită gradului mult mai mare de influenţă manifestat de acesta);

— determinarea concentraţiei minime a inhibitorului utilizat (tioureea), în vederea reducerii coroziunii alamelor monofazice în soluţii apoase de HCl, se face prin optimizarea funcţiei liniare obţinute (2).

Dată fiind influenţa manifestată de parametrii X_1 şi X_3 asupra parametrului de optimizat (rezistenţa la coroziune), optimizarea funcţiei a fost realizată în condiţiile varierii discrete cu pasul Δ_4 ($\Delta_4 = 0{,}05$ unităţi naturale ale concentraţiei de inhibitor) şi menţinerii constante a parametrilor X_1 şi X_3 la limita superioară de variaţie (90% Cu; $\tau = 3$ h; $T_{rec} = 300$°C).

În cazul utilizării inhibitorului de coroziune, se reduce substanţial acţiunea corosivă manifestată de medii (soluţie apoasă de acid clorhidric) asupra alamelor monofazice. Efectul maxim al inhibitorului se manifestă la concentraţii foarte reduse ale acestuia (0,01 g/l soluţie), fenomen explicabil prin mecanismul de acţiune a inhibitorului: absorbţia acestuia pe suprafaţa alamei cu formarea unor structuri monomoleculare, fenomen care implică o frînare a reacţiei de schimb la interfaţă şi prin aceasta blocarea procesului de coroziune.

La concentraţii mai mari ale inhibitorului, acesta poate avea, dimpotrivă, o acţiune inversă, în sensul accentuării procesului de coroziune.

Analizînd comparativ valorile rezistenţei la coroziune în soluţie apoasă de acid clorhidric, pot fi stabilite grupele de rezistenţă la coroziune a acestora, utilizînd scara convenţională de rezistenţă.

Se observă că, în absenţa inhibitorului, cele trei tipuri de alame monofazice (Am 70, 80, 90), în soluţii apoase de HCl, au o rezistenţă foarte scăzută la coroziune, putînd fi încadrate în categoria celor nerezistente. În prezenţa inhibitorului, rezistenţa acestora la coroziune

crește considerabil, modificîndu-și grupa de rezistență și intrînd în grupa materialelor rezistente la coroziune.

Eficiența inhibitorului $\left(P = \frac{\Delta G_0 = \Delta G}{\Delta G_0} \times \right.$ $\times 100\%$; $\Delta G_0, \Delta G$ reprezintă pierderea în greutate a probei în absența sau prezența inhibitorului$\left.\right)$ este cu atît mai mare cu cît alama este mai susceptibilă la coroziune.

BIBLIOGRAFIE

[1] Constantinescu, M. *Inhibitori de coroziune.* București, Ed. Tehnică, 1979.

[2] Rădoi, I. *Introducere în coroziunea și protecția metalelor.* Timișoara, Ed. Facla, 1982.

[3] Oniciu, L. *Coroziunea metalelor, aspecte fundamentale și protecție anticorosivă.* București, Ed. Științifică și Enciclopedică, 1986.

[4] Constantinescu, M., Badea, Teodora *Coroziune și protecție anticorosivă.* București, Ed. Didactică și Pedagogică, 1978.

[5] Glück, A. *Metode matematice în industria chimică.* București, Ed. Tehnică, 1971.

Revista revistelor

CIORNAIA-METALLURGHIIA, CERMETINFORMAȚIIA, U.R.S.S., 1991, nr. 4

— Estimarea geologico-economică a bazei de materii prime și minerale a metalelor de aliere, în țările capitaliste și în curs de dezvoltare, p. 4 — Automatizarea furnalelor, p. 21 — Analiza schemelor de transport și a ansamblului liniilor unei stații în întreprinderile siderurgice din U.R.S.S. și din alte țări, p. 36 — Căi de intensifcare a depunerilor de minereuri de mangan, p. 52 — Tehnologia de obținere a silicocalciului pulverulent pentru tratamentul oțelului în oală, p. 55 — Tehnologia complexă de tratament termic al oțelului 22Gin în afara oțelului pentru țevile de tubaj sudate, p. 57 — Bolți răcite cu apă antideflagrante la cuptoarele electrice de 6 și 12 t, p. 59 — Procedeu de îndepărtare a azotului la suflarea intensă cu oxid de carbon a oțelului dezoxidant, p. 60 — Micșorarea gradului de oxidare secundară a metalului în zona oala de turnare continuă-distribuitor la turnarea continuă, p. 61 — Calculul forței preselor pentru prelucrarea deșeurilor de fontă, p. 62 — Momentul de răsturnare la laminarea benzilor înalte pe tăblia netedă a cilindrului, p. 62 — Tehnologie nouă de lubrifiere pentru laminorul 700-E cu 20 cilindri, p. 63 — Sistem de comandă automată a agregatului de netezire abrazivă completă a tablei laminate, p. 64 — Perfecționarea construcției tarozilor pentru piulițe, p. 65 — Încercarea tratamentului termic de durificare a osiilor de cale ferată, p. 67 — Elaborarea tehnologiei de tratament termic al bandajelor turnate centrifugal pentru cilindrii laminorului universal de grinzi de la combinatul metalurgic Nijnii Taghil, p. 67 — Fabricarea zgurii expandate la combinatul metalurgic Novo Lipețk, p. 70.

CIORNAIA METALLURGHIIA, CERMETINFORMAȚIIA, U.R.S.S., 1991, nr. 5

— Situația și direcțiile de perfecționare a tehnologiei de fabricație a smoalei de electrozi și a cocsului de gudron, p. 19 — Intensificarea elaborării oțelului în cuptoare electrice cu arc, p. 31 — Utilizarea complexă a minereurilor de magnetită, p. 43 — Îmbogățirea minereului de fier oxidat depus din bazinul Kriobass, p. 44 — Perspectivele realizării îmbogățirii magnetice uscate a cuarțitului, p. 47 — Particularitățile tehnologiei de uscare prealabilă cu var a șlamurilor, p. 49 — Experiența funcționării furnalelor cu zguri magneziene la combinatul metalurgic Djerjinsk, p. 50. — Influența volumului spațiului de sub boltă aupra funcționării cuptorului de feroaliaje p. 52 — Tehnologia de economisire a resurselor la fabricarea feroaliajelor de mangan, p. 53 — Elaborarea oțelului 08ln cu dezoxidarea silicomanganului, p. 56 — Tehnologia de elaborare a oțelului Sv-08G2S cu utilizarea instalației de vidare de tip porționat, p. 57 — Dezoxidarea oțelului pentru țevi cu aliaje intermediare de siliciu și cu conținut de magneziu, p. 59 — Perfecționarea formei lingourilor pentru roțile și bandajele de cale ferată, p. 60 — Îmbunătățirea tratamentului oțelului în afara cuptorului în secția de convertizoare, p. 60 — Mecanizarea poansonării mufelor de la țevile de tubaj, p. 61 — Creșterea preciziei țevilor cu pereți subțiri la agregatul pentru fabricarea țevilor cu laminor automat prin netezirea acestora pe dornurile cu conicitate mărită, p. 62 — Creșterea preciziei ciclice a sîrmei pentru cablu, p. 63 — Tehnologie și utilaj pentru durificarea termică unitară (pe bucată) a bandajelor, p. 64 — Creșterea fiabilității roților monolit c.f. prin perfecționarea tehnologiei de tratament termic al acestora, p. 65 — Sistem automat de comandă locală a creuzetului furnalului, p. 67— Tratarea electrică a apei contra depunerilor în sistemul de răcire cu apă, p. 71.

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA EXERCITATĂ DE TRATAMENTUL TERMIC ASUPRA REZISTENȚEI LA COROZIUNE A UNUI OȚEL INOXIDABIL AUSTENITIC DE TIP 18-8

Ing. IOANA DRĂGAN
INTEC S.A.

Conf. dr. ing. SIMONA ZAMFIR
Ing. RUXANDRA VIDU
Institutul Politehnic București

CZ: 669.15—194.56

Pentru studiul realizat s-a ales un oțel inoxidabil austenitic cu 18%Cr și 8%Ni (tab. 1 și 2).

Potrivit diagramei Schäffler, oțelul se încadrează în domeniul cu 100% austenită, la limita domeniului.

Tratamentul termic specific acestui tip de oțel îl reprezintă tratamentul de călire de punere în soluție. Astfel, pentru a studia influența exercitată de acest tratament termic asupra structurii și asupra caracteristicilor mecanice ale oțelului, s-au efectuat încălziri la temperaturi de 950, 1050 și 1150°C (urmate de răciri rapide în apă), în scopul realizării unui studiu comparativ. De asemenea, s-a mai efectuat și o încălzire la temperatura de 1250°C, deși caracteristicile prezentate de oțel sînt slabe, în scopul urmăririi evoluției granulației. Duratele de menținere la temperatura de tratament sînt de 1, 2, 3 h.

După aplicarea tratamentului termic, probele s-au pregătit în vederea realizării unui studiu la microscopul optic și pentru efectuarea determinărilor de duritate.

Rezultatele obținute în urma studiului microscopic evidențiază faptul că, pe măsură ce temperatura de tratament crește, crește și granulația, iar în cadrul aceleiași temperaturi, pe măsură ce durata de menținere crește (la temperatura de tratament) crește de asemenea și granulația.

Tabelul 1
Table 1

Compoziția chimică standardizată a oțelului 5NC 180
Standard chemical compnsition of 5NC 180 steel

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	S+P
max. 0,08	max. 0,08	1,00—2,00	17—19	9—11	0,03	0,035	0,06

Tabelul 2
Table 2

Compoziția chimică a șarjei de oțel 5NC 180
Chemical composition of 5NC 180 steel neat

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,046	0,07	0,53	17,66	8,43	0,014	0,020

În urma măsurării diametrului grăunților de austenită, s-a calculat suprafața acestora și s-au reprezentat grafic curbele de variație ale mărimii suprafeței grăunților, în funcție de temperatura de tratament și durata de menținere (fig. 1).

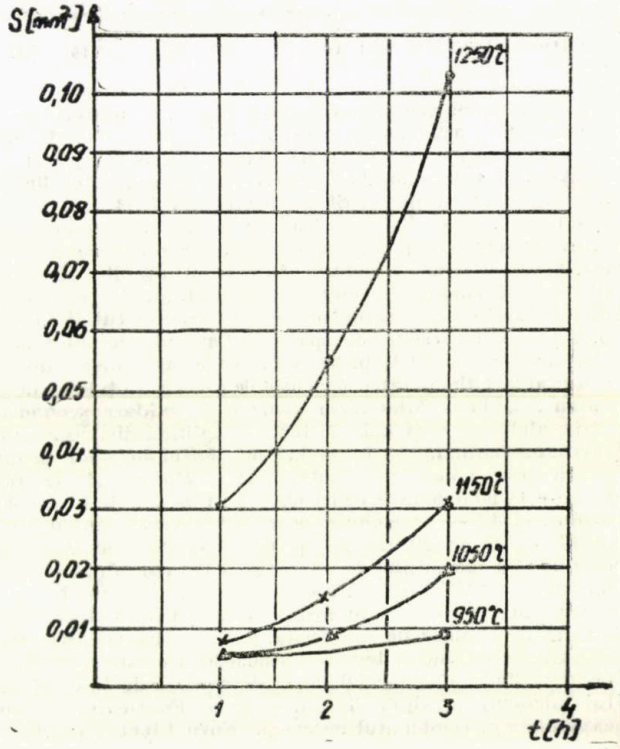


Fig. 1. Variația suprafeței grăuntelui austenitic în funcție de temperatura de tratament și durata de menținere

Fig. 1. Austenitic grain surface variation with the heat treatment temperature and the holding time

Referitor la determinările de duritate realizate se pot desprinde următoarele : pe măsură ce temperatura de tratament crește, duritatea scade ca urmare a creșterii granulației și, pe măsură ce durata de menținere la temperatura de tratament crește, duritatea scade, așa cum se poate observa și din curbele de variație ale durității, în funcție de temperatura de tratament și durata de menținere (fig. 2).

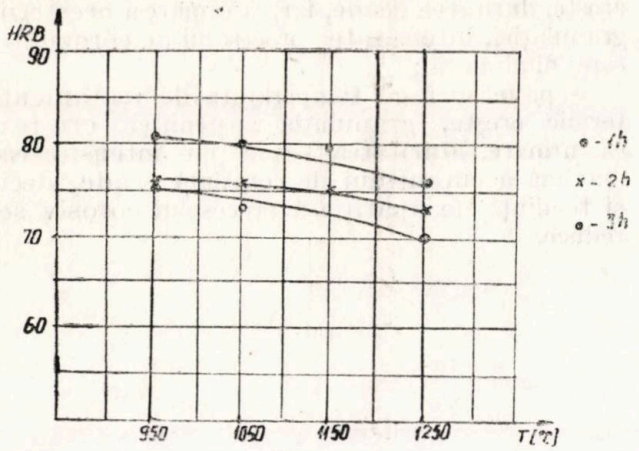


Fig. 2. Variația durității în funcție de temperatura de tratament și durata de menținere
Fig. 2. Hardness variation with the heat treatment temperature and the holding time

În cele ce urmează vor fi prezentate rezultatele cercetărilor experimentale privind influența exercitată de tratamentul termic asupra rezistenței la coroziune a oțelului inoxidabil austenitic 5NC180.

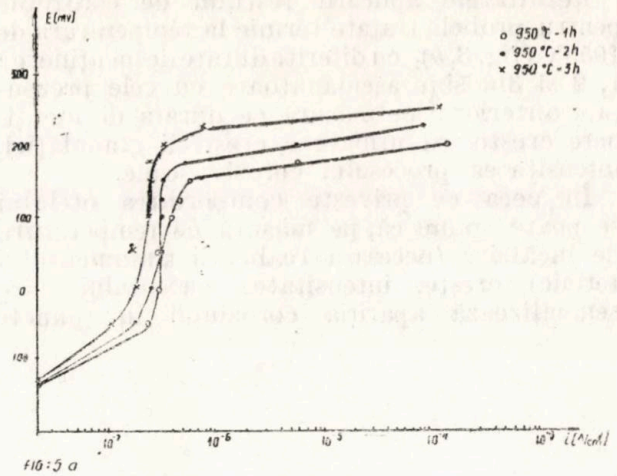
În scopul studierii comportamentului oțelului la coroziunea de tip general și la cea în puncte (tip Pitting), s-a utilizat un test pe baza metodei potențiostatice cvasistaționare. Soluția de atac utilizată a fost o soluție de KCl 0,5N.

Probele supuse testului de coroziune au fost inițial tratate termic. Astfel, probele au fost încălzite la temperaturile de 950 și 1050°C, timp de 1, 2 și 3h, apoi au fost răcite rapid în apă.

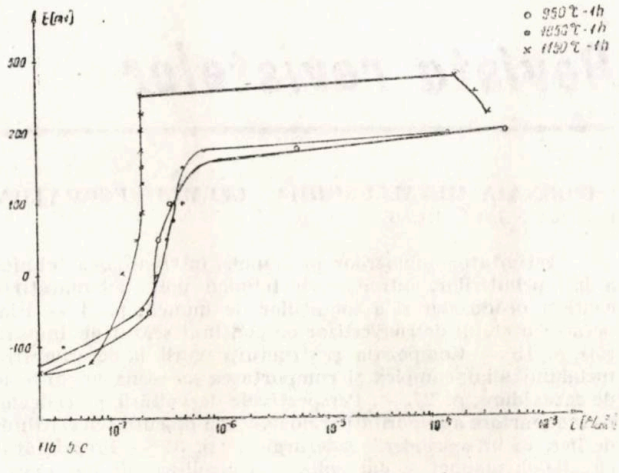
După tratamentul termic, probele au fost pregătite prin polizare, cu ajutorul hîrtiei metalografice, degresate, decapate, spălate, în scopul supunerii testului de coroziune.

Metoda utilizată presupune stabilirea potențialului de coroziune (30 min) și trasarea curbei anodice, pe baza determinărilor efectuate, utilizînd trepte de potențial de 25 mV la 5 min.

Curbele de polarizare sînt prezentate în figura 3, *a* și *b*. În figura 3, *a* sînt prezentate rezultatele experimentale obținute ca urmare a utilizării drept electrod de lucru a probelor tratate la temperatura de 950°C, cu diferite durate de menținere : 1, 2 și 3h. Aceste curbe



a)



b)

se pot împărți în trei porțiuni : prima este caracterizată printr-un proces activ de coroziune de tip general, în cea de a doua are loc o stabilizare a intensității curentului o dată cu creșterea potențialului de coroziune (proces pasiv), fenomen datorat pasivării prin formarea unei pelicule protectoare pe suprafața probei, iar cea de a treia porțiune redă procesul activ de coroziune în puncte, ca urmare a distrugerii filmului protector, proces caracterizat printr-o creș-

tere puternică a intensităţii curentului cu potenţialul de coroziune. Concluzia care se poate desprinde, în acest caz, este aceea că, pe măsură ce durata de menţinere la temperatura de tratament termic creşte, creşte şi granulaţia, iar intensitatea curentului (care indică apariţia coroziunii în puncte) scade pe măsură ce potenţialul creşte, deci tendinţa de apariţie a coroziunii este diminuată.

Rezultatele aplicării testului de coroziune pentru probele tratate termic la temperatura de 1050°C (fig. 3, *b*), cu diferite durate de menţinere : 1, 2 şi 3h, sînt asemănătoare cu cele prezentate anterior : pe măsură ce durata de menţinere creşte, ca urmare a creşterii granulaţiei, intensitatea procesului corosiv scade.

În ceea ce priveşte comportarea oţelului se poate spune că, pe măsură ce temperatura de încălzire (necesară realizării tratamentului termic) creşte, intensitatea curentului care semnalizează apariţia coroziunii în puncte scade, iar potenţialul de coroziune creşte. De asemenea, intensitatea maximă a curentului de coroziune (Pitting) scade pe măsură ce temperatura de tratament creşte. Explicaţia care se poate da, referitor la acest comportament, este aceea că, o dată cu creşterea temperaturii, granulaţia austenitică creşte, tendinţa de apariţie a procesului de coroziune fiind diminuată.

Concluziile finale care se pot desprinde în urma studiului efectuat pe oţelul ales sînt :

— pe măsură ce durata de menţinere la temperatura de tratament creşte, granulaţia creşte, duritatea scade, iar, ca urmare a creşterii granulaţiei, intensitatea procesului de coroziune este diminuată ;

— pe măsură ce temperatura de tratament termic creşte, granulaţia austenitică creşte ; ca urmare, duritatea scade, iar intensitatea maximă a curentului de coroziune scade, deci şi tendinţa de apariţie a procesului corosiv se reduce.

Revista revistelor

CIORNAIA METALLURGHIIA, CERMETINFORMAŢIIA, U.R.S.S., 1991, nr. 6

— Activitatea inginerilor principali în reutilarea tehnică a întreprinderilor, introducerea tehnicii noi, îmbunătăţirea calităţii produselor şi a condiţiilor de muncă, p. 4 — Elaborarea oţelului de convertizor cu conţinut scăzut de impurităţi, p. 15 — Compoziţia şi structura zgurii la decarburarea metalului aliat complex şi comportarea acestuia în procesul de dezoxidare, p. 27. — Perspectivele dezvoltării procedeelor de îndepărtare a impurităţilor nocive din deşeurile cu conţinut de fier, în întreprinderile siderurgice, p. 37 — Proprietăţile circuitelor magnetice din pulberi electrolitice de fier marca PJE-2, p. 48 — Dezoxidarea şi modificarea oţelului pentru şine cu aliaje complexe cu metale de pămînturi rare, p. 49. — Utilizarea deşeurilor cu conţinut de carbon, rezultate din producţia de electrozi, drept agent termic suplimentar la elaborarea oţelului de convertizor, p. 51 — Tehnologie eficientă de elaborare a oţelului cu conţinut scăzut de sulf, p. 54 — Influenţa factorilor tehnologici asupra defosforării de reducere a oţelului cu conţinut ridicat de crom, p. 56 — Tehnologia de economisire a resurselor la elaborarea oţelului pentru bandajele de c.f., p. 59 — Instalaţie pentru afinarea oţelului cu materiale pulverulente la evacuarea şarjei din convertizor, p. 60 — Utilizarea din punct de vedere ecologic a lăncilor de oxigen de construcţie diferită la suflarea metalului, p. 62 — Netezirea benzii subţiri pentru industria poligrafică, p. 62 — Creşterea rezistenţei elementelor de sprijin ale cilindrilor de la laminorul pentru profile, p. 65 — Rezistenţa băilor de zincare la aplicarea acoperirii prin metoda scufundării la cald, p. 66 — Creşterea eficienţei de fabricaţie a ţevilor de dimensiuni mici, p. 67. — Instalaţie pentru acoperirea rapidă prin contact cu cupru a sîrmei în flux cu trefilarea, p. 68 — Perfecţionarea tehnologiei de tratament termomecanic al ţevilor de supraîncălzire a aburului din oţel 12H1MF, p. 70 — Asimilarea tehnologiei de tratament termic al produselor inelare, p. 71 — Experienţa utilizării instalaţiilor automatizate de control nedistructiv al calităţii produselor din metal, în întreprinderile societăţii Metallurgprom, p. 72.

CERCETĂRI PRIVIND ELABORAREA ȘI PRELUCRAREA MECANO-TERMICĂ A UNOR MATERIALE CU PUNCT CURIE CONTROLAT

Prof. dr. ing. M. TRUȘCULESCU
Ing. A. RĂDUȚĂ
Ing. V.A. ȘERBAN
Ing. P. MURGU
Universitatea Tehnică Timișoara

CZ: 669.018.4

Introducere

În construcția unor aparate de măsurat se folosesc materiale termocompensatoare, spre a le mări precizia și fiabilitatea.

Există o gamă largă de materiale termocompensatoare folosite la contoarele de curent electric. Caracteristica comună a acestor materiale este temperatura punctului Curie de 50—60°C. La temperaturi mai mici sau egale cu aceste valori în materialul termocompensator, momentele magnetice ale atomilor au aproximativ aceeași orientare și dau caracterul feromagnetic. În cazul depășirii acestei temperaturi, momentele magnetice ale atomilor prezintă vectori orientați aleator, fapt care dă caracterul paramagnetic al materialului.

În vederea satisfacerii nevoilor urgente de material termocompensator pentru societatea comercială timișoreană care fabrică contoare electrice, colectivul nostru a efectuat multiple cercetări privind: mărcile de material, comportarea la deformare plastică și la tratament termic, pentru a rezulta în final o temperatură Curie în intervalul optim de lucru de 50—60°C.

Elaborarea aliajelor și prelucrarea mecano-termică

Pe baza datelor statistice ale producției societății comerciale s-au elaborat inițial aliaje Fe—Ni, având concentrația de 38—39%Ni. Temperatura punctului Curie la aceste aliaje este foarte puternic influențată de ecartul nichelului, fapt care provoacă greutăți în elaborarea lor (necesitînd pentru 50—60°C temperatura Curie un ecart de ±0,5%Ni în domeniul compozițional indicat).

Această constrîngere fiind prea mare, s-au structurat posibilitățile realizării unor aliaje complexe Fe—Ni—E, care să permită reglarea lui T_C (punct Curie) și prin elementul de aliere (E). S-au elaborat unele aliaje din familia Fe—Ni—Cr—C, la care s-a folosit efectul drastic al cromului asupra coborîrii lui T_C și păstrării lui în limitele impuse.

Elaborarea acestor aliaje s-a făcut în creuzete de grafit încălzite prin curenți de înaltă frecvență (8kHz).

Cercetările au atestat faptul că aliajul $FeCr_{11-13}Ni_{35-37}C_1$ se poate elabora ușor și cu reproductibilitate mare, având $T_C = 50...60°C$.

Pentru a fabrica elementul termocompensator, barele turnate au fost cojite (Ø25 mm), forjate (1100—900°C) și laminate la rece. S-a obținut platbandă cu g= 1,2 mm, l = 20—25 mm și L = 1000—2000 mm.

Se face precizarea că, înainte de forjare, barele au fost supuse unei recoaceri complete (850/4h/aer), iar după o forjare și laminare la rece, materialul a suferit fie o recoacere de detensionare (600°C/1h/aer), fie recoaceri de omogenizare (1100—1200°C/1h/cuptor).

Aceste recoaceri, după forjare și laminare, au avut ca scop refacerea orientării momentelor magnetice ale atomilor componentelor pentru a se obține $T_C = 50—60°C$.

Analize și încercări

Probele din materialul turnat, forjat și laminat, în stare tratată sau termică, au fost analizate pe o instalație specială pentru determinarea lui T_C.

Probele din diferite aliaje, turnate sub formă de bare, au prezentat anumite caracteristici (tab. 1).

Analiza metalografică optică s-a efectuat pe probe prelevate din barele turnate. Prelucrarea metalografică s-a făcut pe hîrtie metalografică hidrofugă (șlefuire cu pastă de diamant —1 μm și lustruire cu alumină fină în suspensie).

Atacul metalografic a fost complex: reactiv V 2A pentru evidențierea grăunților de austenită și ferită și reactivul Murakami la 40°C pentru evidențierea separării carburilor (planșa I).

Planșa I

Fig. 1. $Fe_{50}Ni_{40}Cr_{10}$ stare turnată; MO × 500
Fig. 1. $Fe_{50}Ni_{40}Cr_{10}$, as cast; MO × 500

Fig. 2. $Fe_{44}Ni_{30}Cr_{26}$ stare turnată; MO × 500
Fig. 2. $Fe_{44}N_{30}Cr_{26}$, as cast; MO × 500

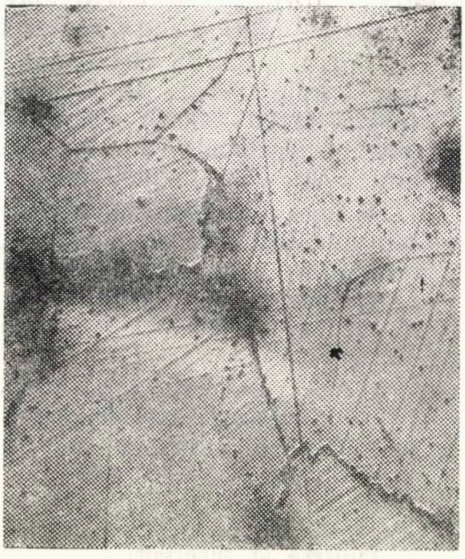


Fig. 3, *a*. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$ stare turnată; viteză mică de răcire a topiturii
Fig. 3.*a* — $Fe_{50}N_{37}Cr_{12}C_1$, as cast; low cooling speed of the melt

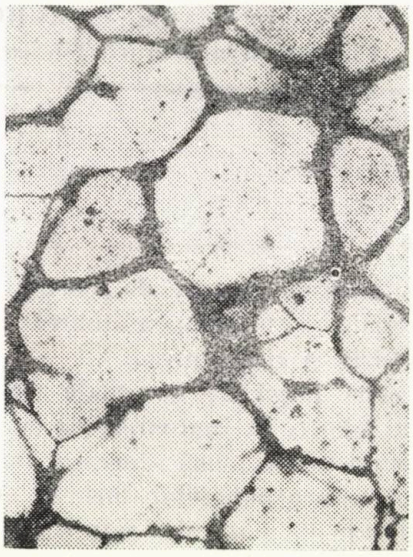


Fig. 3, *b*. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$ stare turnată; viteză mare de răcire a topiturii
Fig. 3. *b* — $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$, as cast; high cooling speed of the melt

Fig. 4. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$ forjat și laminat; aspectul suprafeței probei; MO × 250
Fig. 4. $Fe_{50}N_{37}Cr_{12}C_1$ forged and rolled; sample surface aspect; MO × 250

Planșa a II-a

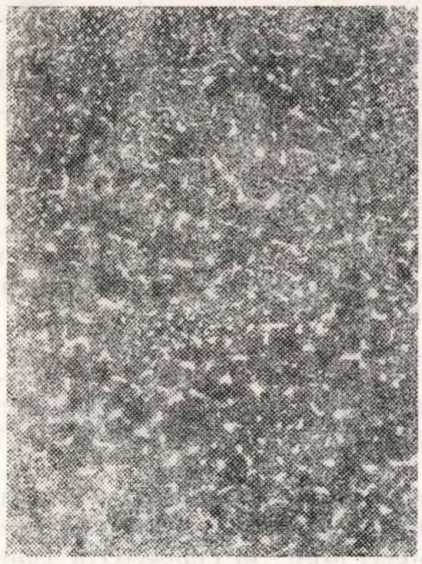


Fig. 1. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$ recopt la 600°C/1h/cuptor; MO × 250

Ffg. 1. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$, annealed at 600 °C/1hr/furnace cooled; × 250

Fig. 2. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$ recopt la 1100°C/1h/cuptor; MO × 250

Fig. 2. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$, annealed at 1100 °C/1hr/furnace cooled; × 250

Fig. 3. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$ recopt la 1200°C/1h/cuptor; MO × 100

Fig. 3. $Fe_{50}Ni_{37}Cr_{12}C_1$, annealed at 1200 °C/1hr/furnace cooled; × 100

Tabelul 1
Table 1

Structura și caracteristicile unor aliaje termocompensatoare
The Structure and Properties of Thermocompensating Alloys

Materialul	T_C, °C	Microstructura	Planșa I, figura	Decizia
$Fe_{50}Ni_{40}Cr_{10}$	300	austenită + carburi complexe de crom	1	neacceptat
$Fe_{44}Ni_{30}Cr_{26}$	0	austenită + ferită, în cantitate mare carburi de crom uniform distribuite	2	neacceptat
$Fe_{53-49}Ni_{35-37}Cr_{11-13}C_1$	50—60	austenită + eutectic + ferită în cantitate mică	3 *a*, *b*	corespunzător

Prelucrarea prin forjare — laminare și tratamentele termice aferente s-au aplicat numai la aliajul Fe_{53-49} Ni_{35-37} Cr_{11-13} C_1 care a corespuns condiției impuse privind $T_C = 50-60°C$.

Pregătirea și atacul metalografic al probelor forjate și laminate la rece au fost identice cu cele ale probelor turnate.

Proba laminată la rece prezintă o structură formată din austenită, ferită δ și eutectic. Grăunții de ferită δ și cei de eutectic sînt puternic alungiți, dînd un aspect de structură în șiruri (fig. 4).

În această stare, materialul are $T_C = 130°C$, deci mult mai mare decît în starea turnată, fapt care a impus aplicarea unei recoaceri de omogenizare pentru refacerea „comportării feromagnetice" a materialului.

S-a efectuat, pentru început, o recoacere de detensionare (600°C/1h/aer). După acest tratament termic, structura este formată din austenită, ferită δ în cantitate mare și separări de carburi în interiorul grăunților austenitici (planșa a II-a, fig. 1). Nu se obține o ordonare direcțională a momentelor magnetice și, ca atare, nici T_C nu se modifică în mod esențial ($T_C = 120°C$ față de 130°C măsurat în probele laminate).

S-au practicat apoi recoaceri la temperaturi de 1100 respectiv 1200°C, cu durate de menţinere de 1h şi răcire dirijată. S-au obţinut modificări importante în structură (fig. 2 şi 3, planşa a II-a).

Se remarcă după recoacere la 1100°C o structură formată din : grăunţi de austenită cu foarte multe macle; grăunţi de ferită δ, în cantitate redusă; precipitări de carburi în interiorul grăunţilor austenitici în cantitate mică.

Măsurătorile magnetice atestă o temperatură Curie $T_C = 60-68°C$.

După recoacere la 1200°C, structura este formată din grăunţi de austenită cu dimensiune mare şi fără macle şi din precipitări de carburi în cantitate mai mare faţă de situaţia de la recoacerea de la 1100°C.

Nu se mai semnalizează prezenţa în structură a feritei δ.

Temperatura Curie are valorile de 52—54°C, ceea ce corespunde constrîngerilor impuse mărcii de oţel elaborat.

Concluzii

Aliajele Fe—Ni, cunoscute ca termocompensatoare, prezintă dificultăţi în reproductibilitate, deoarece necesită un ecart foarte strîns al nichelului în jurul concentraţiei de 39% pentru a păstra T_C cuprinsă între 50 şi 60°C, impusă la fabricarea contoarelor electrice.

Înlăturarea acestui neajuns s-a făcut prin elaborarea unor aliaje Fe—Ni—Cr, cunoscută fiind influenţa drastică a cromului asupra coborîrii temperaturii punctului Curie.

Cele mai bune rezultate se obţin cu aliajul $Fe_{53-49}Ni_{35-37}Cr_{11-13}-C_1$—avînd domeniul compoziţional indicat în procente masice.

Prin elaborare şi turnare acest aliaj are $T_C = 50-60°C$ dar, după forjare şi laminare la rece, se produce o modificare în orientarea momentelor magnetice ale atomilor componentelor şi apare o creştere importantă a temperaturii punctului Curie (de la 50—60 la 130°C).

Refacerea „comportării feromagnetice" a aliajului se realizează prin aplicarea unor recoaceri la temperaturi de 1100—1200°C, cu durate de menţinere corespunzătoare şi răciri dirijate.

Cercetările efectuate şi analizate succint au permis evidenţierea unor elemente benefice, dar şi a unor „pete albe" în cunoaşterea comportării feromagnetice a aliajelor termocompensatoare din familia Fe—Ni—Cr—C.

BIBLIOGRAFIE

[1] Truşculescu, M. ş.a. *Studiul metalelor. Tehnici de laborator.* Timişoara, Ed. Facla, 1977.

[2] Truşculescu, M. şi Ieremia, A. *Oţeluri inoxidabile şi refractare.* Timişoara, Ed. Facla, 1983.

Revista revistelor

CIORNAIA METALLURGHIIA, CERMETINFORMAŢIIA, U.R.S.S., nr. 7, 1991

— Industria minereului de fier în ţările capitaliste şi în cele în curs de dezvoltare în anii 1989—1990, p. 4 — Pregătirea materiei prime, industria cocsochimică, producţia de fontă şi obţinerea directă a fierului în ţările capitaliste şi în cele în curs de dezvoltare, în anii 1989—1990, p. 10 — Producţia de laminate, de ţevi, metalurgia fizică şi tratamentul termic în siderurgia ţărilor capitaliste şi în cele în curs de dezvoltare în anii 1989—1990, p. 22 — Aliaje deformabile solido-magnetice pe baza sistemului fier-crom-cobalt pentru magneţii permanenţi şi rotoarele motoarelor electrice cu histerezis, p. 33 — Influenţa capacităţii de reducere a minereului de fier şi de reacţie a cocsului asupra consumului acestuia la elaborarea în furnal, p. 49 — Asimilarea tehnologiei de elaborare în furnal cu corecţia automatizată a consumului de gaze naturale în funcţie de temperatura aerului insuflat, p. 50 — Reconstrucţia furnalului de 1719 m³ la combinatul siderurgic Celeabinsk, p. 51 — Acoperiri de protecţie pentru cristalizoarele instalaţiilor de turnare continuă, p. 51 — Dispozitive pentru stabilirea gradului de oxidare a oţelului lichid, p. 52 — Formarea peliculei interioare pe ţaglele pentru ţevi, p. 53 — Perfecţionarea tehnologiei de elaborare a oţelului de calitate pentru roţi, p. 55 — Perfecţionarea tehnologiei de retopire electrică sub zgură a lingourilor de mare tonaj pentru tablă, p. 56 — Procedeu nou de curăţire a calibrelor cilindrilor de laminare, p. 57 — Decaparea electrochimică a sîrmei laminate pentru cord metalic pe agregatul cu mai multe fire, p. 60 — Oţelul pentru separatoarele de rulmenţi, 08InT, p. 62 — Tehnologia obţinerii nitrurii de bor similare cu grafitul, p. 63 — Lucrări de sudură la reparaţiile furnalului nr. 6 de la combinatul metalurgic Nijnii Taghil, p. 65.

STUDIUL INFLUENȚEI REGIMULUI DE LAMINARE LA CALD ȘI A MICROALIERII CU MOLIBDEN ASUPRA TEXTURII BENZII LAMINATE LA CALD DIN OȚEL CU 3% SILICIU

Dr. ing. GH. PÂRVU
Ing. V. MIRON
Dr. ing. I. POȘIRCĂ
ICEM S.A.

CZ : 669.14.018.583

Introducere

În lucrare s-a urmărit evidențierea influenței unor parametri tehnologici din fluxul de procesare la cald și a microalierii cu molibden (0,02—0,03%) asupra creșterii procentului de textură Goss în banda laminată la cald.

Laminarea propriu-zisă în trenul finisor este deosebit de importantă pentru formarea texturii în banda finală întrucît textura Goss se formează, pentru prima dată, în banda laminată la cald și se păstrează apoi sub formă de germeni de textură prin efectul de „memoria texturii" pînă în faza finală de fabricație, cînd textura se dezvoltă în tot volumul benzii ; lipsa texturii în banda laminată la cald nu mai poate fi compensată în fazele ulterioare de fabricație.

Banda laminată la cald are o structură neomogenă pe grosime, constînd, în principal, din grăunți echiacși recristalizați la margine și grăunți alungiți, parțial recristalizați sau simplu deformați în centru. Neomogenitatea structurii și texturii benzii laminate la cald pe grosime este o consecință a deformării neomogene în secțiunea benzii și, în special, datorită variației componentei de deformare prin forfecare.

Textura Goss în banda laminată la cald se formează în grăunți incomplet recristalizați, aflați la aproximativ 20—25% față de suprafață [1]—[4].

Experimentările de laborator au evidențiat faptul că intensitatea texturii Goss (110) /100/ în banda laminată la cald este cu atît mai intensă cu cît banda suferă o deformare prin forfecare mai puternică în timpul laminării la cald [5] — [6].

Conform relației lui Ekelund, modificată pentru condițiile laminării la cald la viteze ridicate, coeficientul de frecare la laminare are valoarea :

$$\mu = k - 0{,}005\ T - 0{,}56\ V \quad (T \geqslant 700°C)$$

unde : T este temperatura de laminare, °C ; v — viteza de laminare la cald, m/s ; k — constantă determinată de condițiile de laminare.

Pe baza celor expuse mai sus se poate aprecia faptul că, pentru creșterea procentului de textură Goss în banda laminată la cald pe baza creșterii deformării prin forfecare și reducerii gradului de recristalizare, se poate acționa prin următorii parametri : scăderea temperaturii și vitezei de laminare ; laminarea fără lubrifiere ; micșorarea reducerilor pe trecere.

Scăderea temperaturii de laminare, factorul cu cea mai mare influență, frînează recristalizarea și intensifică textura Goss.

Pe de altă parte, în vederea obținerii unei distribuții optime a inhibitorului în banda laminată la cald, temperatura de început de laminare finisoare trebuie să fie cît mai înaltă.

Microalierea cu molibden (0,02—0,03%) frînează recristalizarea feritei deformate.

În apropierea suprafeței benzii, grăunții sînt mai puțin recristalizați decît în benzile din oțel fără molibden.

Experimentările efectuate în laboratoarele firmei Kawasaki Steel au evidențiat faptul că grăunții mai alungiți, incomplet recristalizați din această zonă, au textură Goss, cantitatea de grăunți cu această textură fiind de aproximativ trei ori mai mare decît în benzile din oțel care nu conțin molibden [7].

Întrucît principalele lucrări publicate, referitoare la influența microalierii cu molibden și a regimului de laminare la cald asupra intensității texturii Goss în banda laminată la cald, au fost realizate în condiții de laborator, în lucrarea de față s-a urmărit verificarea în condiții industriale de elaborare — laminare, care diferă sensibil față de cele de laborator.

Metoda de cercetare

În vederea experimentării influenței temperaturii de sfîrșit de laminare asupra gradului de recristalizare a benzii laminate la cald, pre-

cum și asupra procentului de textură Goss și proprietăților magnetice finale, au fost laminate rulouri cu temperatura de sfîrșit de laminare de 850—870°C față de cca 950°C în tehnologia curentă.

Pentru obținerea acestor valori scăzute ale temperaturii de sfîrșit de laminare, fără să se afecteze temperatura de început de laminare în finisor, respectiv distribuția inhibitorului de MnS în oțel, s-a procedat la răcirea benzii în trenul finisor începînd cu caja nr. 4 și la reducerea ușoară a vitezei de laminare.

Pentru evidențierea influenței molibdenului asupra structurii și texturii benzii laminate la cald, s-au elaborat și laminat la cald șarje microaliate cu 0,02—0,03% molibden.

Compoziția chimică a șarjelor de oțel și principalii parametri de laminare la cald sînt prezentați în tabelele 1 și 2.

Tabelul 1
Table 1

Compoziția chimică a oțelului
Chemical analysis of the steel

Varianta	Conținutul în elemente, %						
	C	Si	Mn	S	Al	Ti	Mo
A	0,030	3,05	0,070	0,024	0,003	0,003	—
B	0,031	3,08	0,065	0,025	0,002	0,003	0,025

Tabelul 2
Table 2

Parametrii de laminare la cald
Hot roll parameters

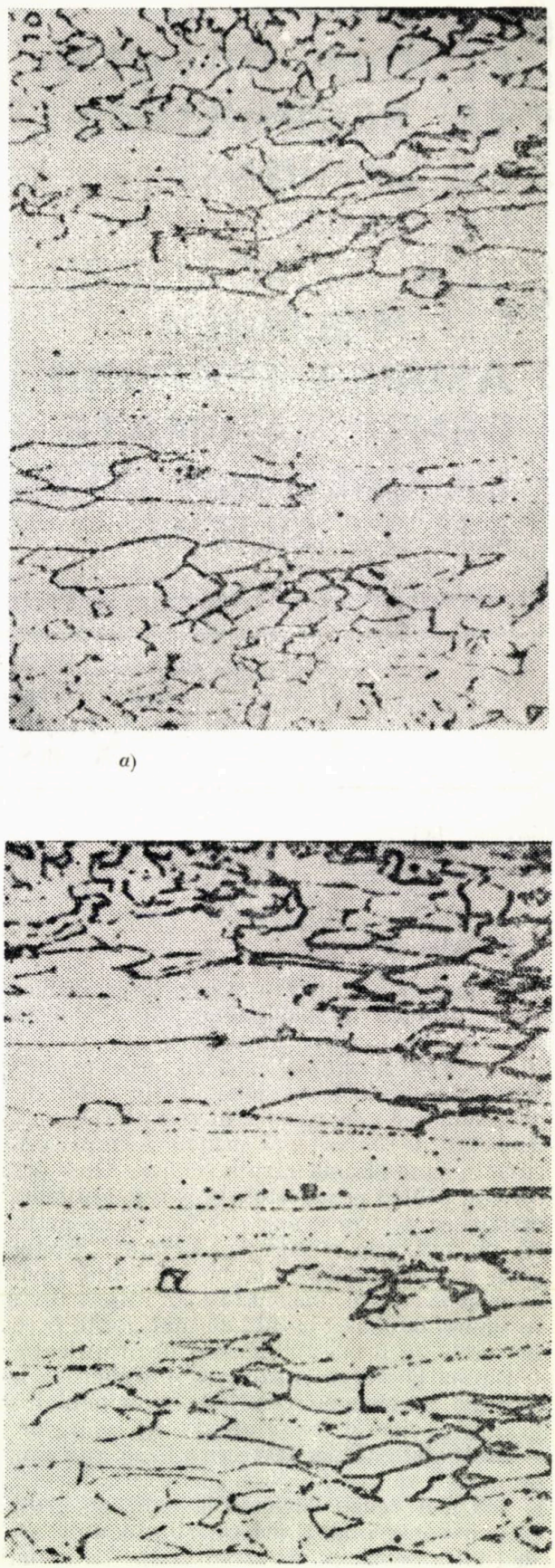
Temperatura de încălzire, °C	Temperatura de început de laminare finisoare, °C	Temperatura de sfîrșit de laminare finisoare, °C
1380—1400	1120—1150	850—870
1380—1410	1130—1150	950—970

Analiza rezultatelor experimentale

Influența molibdenului asupra structurii și texturii benzii laminate la cald

Analiza comparativă a microstructurii benzii laminate la cald, din oțel silicios cu adaos de molibden, a arătat că, în apropierea suprafeței benzii, grăunții sînt mai puțin recristalizați decît în benzile fără molibden (fig. 1).

Din analiza texturii reiese faptul că, în stratul superficial de grăunți recristalizați, predomină planele (110) și (111). În stratul de



a)

b)

Fig. 1. Analiza comparativă a microstructurii benzii laminate la cald: *a* — fără molibden; *b* — cu molibden

Fig. 1. The comparative analysis of hot rolled strip microstructure: *a* — molybdenum-free; *b* — with molibdenum

grăunți mai puțin recristalizați de lîngă suprafață este o textură Goss puternică, intensitatea planelor (110) fiind de 2,5 ori mai mare la șarjele microaliate cu molibden, iar în zona centrală este o textură specifică de deformare (100). Valorile indicilor de textură a fiecărui plan sînt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3

Table 3

Valorile indicilor de textură a fiecărui plan

Texture parameters for each plane

Proba	Distanța de la suprafață, mm	Indicele de textură, $I_{(h,k,l)}/I_0$			
		(110)	(100)	(211)	(111)
Fără molibden	0,1	2,59	0,34	1,10	4,20
	0,3	3,37	0,54	0,73	3,90
	0,6	1,41	0,78	2,19	0,20
	0,9	0,52	1,50	1,67	—
Cu molibden	0,1	3,26	0,25	0,85	6,50
	0,3	8,22	0,96	0,72	6,94
	0,6	0,96	3,30	1,42	2,04
	0,9	0,15	6,04	2,77	—

În diagramele din figura 2 este prezentată comparativ variația indicelui de textură la diferite distanțe de la suprafața benzii laminate la cald.

Studiul texturilor cu ajutorul figurilor de poli directe (fig. 2) a evidențiat o pondere diferită a planelor și direcțiilor.

Astfel, în apropierea suprafeței benzii, se evidențiază prezența texturilor Goss (110)/100/ și cubice (100)/100/. În centrul secțiunii benzii, aceste componente se diminuează în favoarea componentelor (100)/110/ și (111)/110/, care sînt texturi de deformare specifice laminării la cald (tab. 4).

Tabelul 4

Table 4

Valorile experimentale ale gradului de texturare

Experimental values of texture degree

Proba	Distanța de la suprafață, mm	Componentele de textură, %			
		(110)/100/	(111)/110/	(110)/110/	(100)/100/
Fără molibden	0,1	20,2	—	—	16,1
	0,3	22,2	—	4,6	—
	0,6	14,6	8,5	14,2	3,0
	0,9	8,3	11,6	10,7	1,2
Cu molibden	0,1	32,2	—	—	16,5
	0,3	36,4	—	—	1,0
	0,5	7,2	10,7	16,1	—
	0,9	7,9	16,2	11,0	—

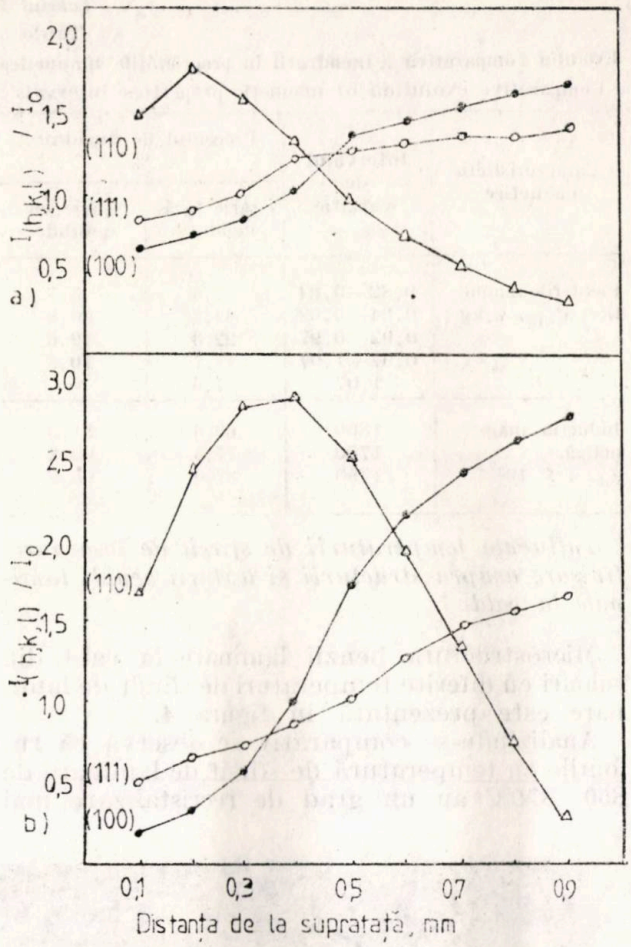


Fig. 2. Variația indicelui de textură la diferite distanțe de la suprafața benzii laminate la cald: *a* — probe din bandă de oțel fără molibden; *b* — probe din bandă de oțel cu 0,02—0,03% molibden

Fig. 2. Texture index variation at various depths from the hot rolled strip surface: *a* — Mo-free steel strip samples: *b* — steel strip samples containing 0.02—0.03% Mo

În prezența molibdenului se evidențiază o creștere a ponderii texturii Goss atît în stratul de grăunți recristalizați de la suprafața benzii, cît și la 0,3 mm de la suprafață în stratul de grăunți parțial recristalizați, precum și o creștere a texturii de deformare în centrul secțiunii benzii.

Din simetria figurilor de poli se deduce faptul că planul (110), la probele cu molibden, este aproape paralel cu suprafața benzii (5—10°).

Analizîndu-se proprietățile magnetice ale benzii finale [pierderile magnetice maxime la 1,5 T (P_{w15}) și inducția magnetică minimă la 800 A/m (μm 10)] la șarjele fără molibden și la cele microaliate cu molibden, se observă o îmbunătățire sensibilă a acestor proprietăți la șarjele microaliate cu molibden.

În tabelul 5 este prezentată evoluția nivelului încadrării benzii finale în proprietățile magnetice

Tabelul 5

Table 5

Evoluția comparativă a încadrării în proprietățile magnetice

Comparative evolution of magnetic properties intervals

Caracteristicile magnetice	Intervalul de variație	Procentul de încadrare, %	
		șarje fără molibden	șarje cu molibden
Pierderile magnetice, P_{w15}, w/kg	0,82—0,84	7,6	8,7
	0,84—0,92	44,3	60,9
	0,92—0,97	22,8	19,6
	0,97—1,07	17,7	10,8
	1,07	7,6	—
Inducția magnetică, μ_{10}, T × 10^3	1800	60,6	81,3
	1770	77,8	92,2
	1750	87,0	96,9

Influența temperaturii de sfîrșit de laminare-finisare asupra structurii și texturii benzii laminate la cald

Microstructura benzii laminate la cald din rulouri cu diferite temperaturi de sfîrșit de laminare este prezentată în figura 4.

Analizîndu-se comparativ se observă că rulourile cu temperatură de sfîrșit de laminare de 850—870°C au un grad de recristalizare mai scăzut decît cele la care temperatura a fost de 950—970°C.

Din tabelul 6 se observă că, la un grad mai scăzut de recristalizare a benzii laminate la cald, s-au obținut pe banda finală proprietăți magnetice superioare.

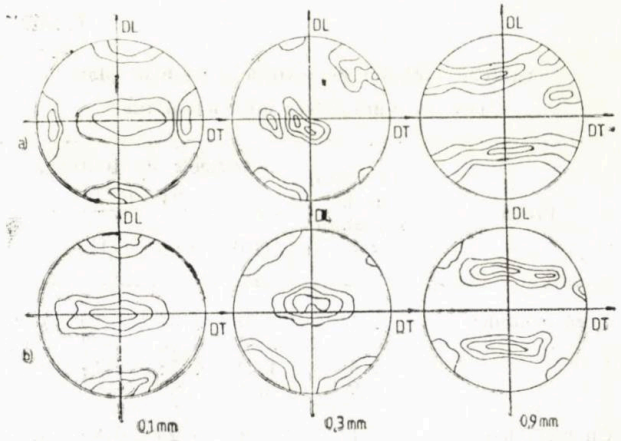


Fig. 3. Variația texturii la diferite distanțe de la suprafața benzii laminate la cald : *a* — probe fără molibden ; *b* — probe cu adaos de molibden

Fig. 3. Texture variation at various distances from the hot rolled strip : *a* — Mo-free samples ; *b* — Mo-containing samples

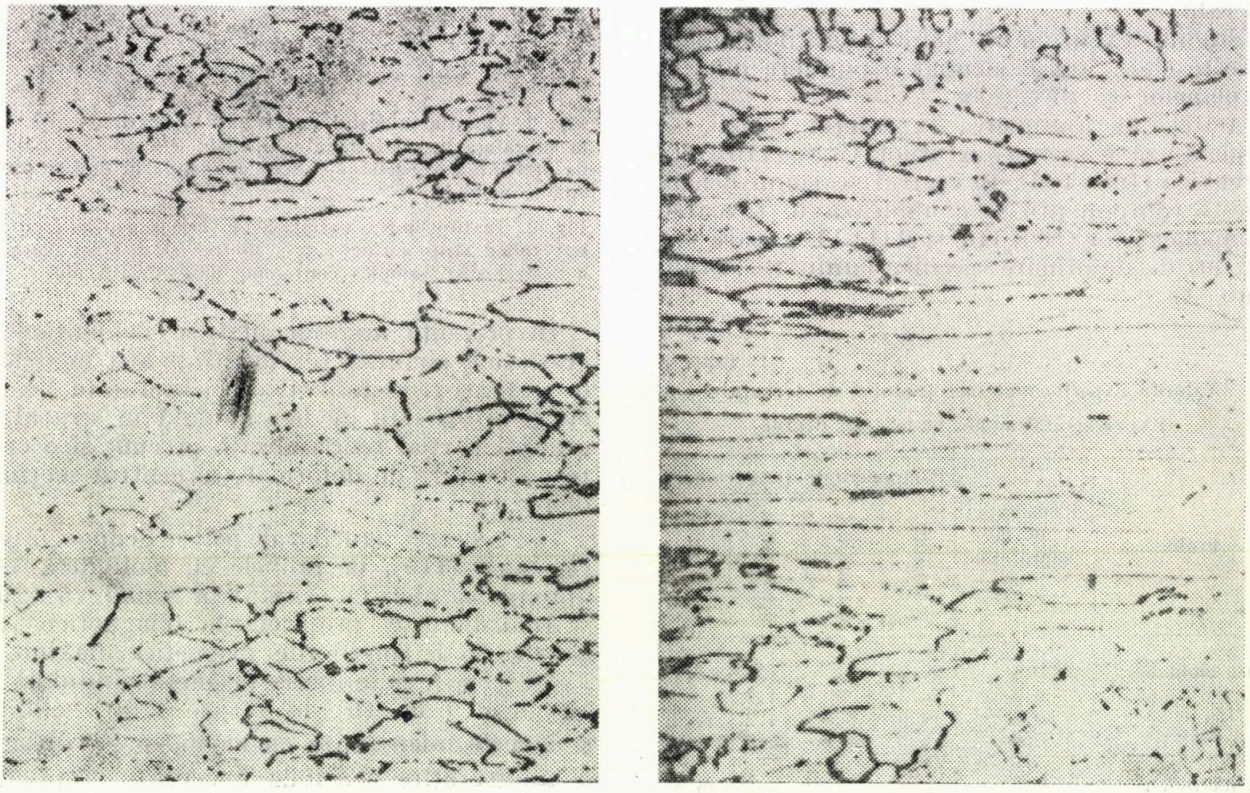


Fig. 4. Analiza comparativă a microstructurii benzii laminate la cald : *a* — 950—970°C ; *b* — 850—870°C

Fig. 4. Comparative analysis of hot rolled strip microstructure : *a* — 950—970°C ; *b* — 850—870°C

Tabelul 6
Table 6

Evoluţia comparativă a gradului de recristalizare şi a proprietăţilor magnetice

Comparative evolution of recrystallization degree and of magnetic properties

Temperatura de sfîrşit de laminare finisoare, °C	Gradul de recristalizare	Pierderile magnetice $P_{w15/w/kg}$,	Inducţia magnetică, μ_{10}, $T \times 10^3$
950–970	R3–R4	0,93/0,91	1789/1794
860–890	R2–R3	0,92/0,88	1790/1803
850–870	R0–R1	0,84/0,82	1834/1836
850–860	R0–R1	0,81/0,79	1829/1821

Pentru evidenţierea influenţei temperaturii de sfîrşit de laminare asupra texturii în banda laminată la cald s-a determinat indicele de textură a planelor (110), (111) şi (100).

În figura 4 se prezintă diagramele de variaţie a indicelui de textură pentru aceste plane, la diferite distanţe de la suprafaţa benzii.

Se observă, astfel, la probele din rulouri cu temperatură de sfîrşit de laminare finisoare scăzută, o cantitate mai mare de textură Goss în banda laminată la cald, ceea ce justifică proprietăţile magnetice superioare obţinute pe produsul final.

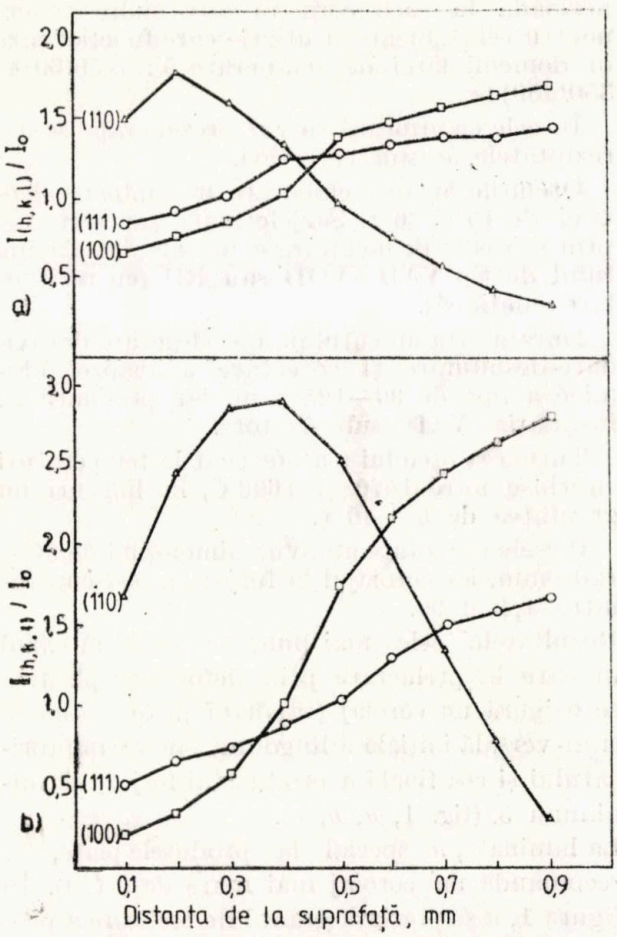


Fig. 5. Variaţia indicelui de textură la diferite distanţe de la suprafaţa benzii laminate la cald:
a — 950–970°C; *b* — 850–870°C

Fig. 5. Texture index variation at various depths from the hot rolled strip surface: — *a* — 950–970°C; *b* — 850–870°C

Concluzii

Pe baza rezultatelor obţinute în urma experimentărilor industriale, în vederea îmbunătăţirii procentului de textură Goss în banda laminată la cald din oţel silicios cu grăunţi orientaţi, s-au putut evidenţia următoarele:

Textura fiind specifică fiecărei zone de microstructură, analiza texturii a evidenţiat prezenţa texturilor Goss (110)/100/ şi cubice (100) /100/ în apropierea suprafeţei benzii; în centrul secţiunii benzii, aceste componente se diminuează în favoarea componentelor (100)/110/ şi (111)/110/, care sînt texturi de deformare specifice laminării la cald.

Laminarea benzii la cald, în trenul finisor cu temperatură de sfîrşit de laminare scăzută, are acelaşi efect ca adaosul de molibden, (obţinerea unei cantităţi mai mari de grăunţi cu textură Goss în banda laminată la cald).

Grăunţii cu textură Goss, care sînt germeni potenţiali de recristalizare secundară, se găsesc în stratul intermediar al benzii laminate la cald datorită unei deformări prin forfecare mai puternice.

Aceasta justifică, ca şi în cazul microalierii cu molibden, obţinerea de proprietăţi magnetice superioare pe produsul final.

BIBLIOGRAFIE

[1] Inokuti, Y., Maeda, O., Ito, Y. Transactions of I.S.I.J., vol. 25, 1985, p. 233–240.

[2] Mishra, S., Därmann, C. Metallurgical Trans. As., vol. 17, 1986, p. 1301–1311.

[3] Matsuo, M., Sakai, T., Suga, Y. Metallurgical Trans. A., vol. 17, 1986, p. 1313–1322.

[4] Shimizu, Y., Ito, Y., Ida, Y. Metallurgical Trans. A., vol. 17, 1986, p. 1323–1333.

[5] Sakai, T., Saito, Y., Kato, K. Raport în curs de publicare la Osaka University, Japonia.

[6] Sakai, T., Saito, Y., Transactions of I.S.I.J., vol. 27, 1987, p. 520–525.

[7] Inokuti, Y, Maeda, C., Ito, Y. Transactions of I.S.I.J., vol. 25, 1985, p. 233–240.

CORELAREA FACTORILOR TEHNOLOGICI ÎN VEDEREA REALIZĂRII UNOR PROPRIETĂȚI FIZICO-MECANICE SUPERIOARE LA OȚELURILE ALIATE CU MANGAN

Ing.GH. CHIȚU ICEM S.A.
Ing. A. COSTEA I.M.G.B.

CZ: 669.15–194.3: 669.74

Oțelurile aliate cu Mn conțin în general 0,15–0,25% C și 1–1,6% Mn și sînt utilizate la realizarea:

— construcțiilor metalice și recipienților sub presiune, care lucrează la temperaturi cuprinse între –50 și +450°C;

— echipamentelor și utilajelor pentru centrale nuclearo-electrice, tot cu domenii extinse de temperatură;

— țevilor de cazane, organelor de asamblare etc.

Unele din aceste sortimente sînt aliate sau microaliate cu nichel, molibden, crom, vanadiu, titan, niobiu, zirconiu, bor, conținutul în elementul respectiv crescînd pe măsură ce se impune ca metalul să reziste bine la temperaturi cît mai scăzute sau la cald.

La multe oțeluri din această grupă se impun valori ridicate ale rezilienței la temperaturi negative și limită de curgere la 350–450°C, caracteristici asigurate frecvent prin majorarea concentrației unor elemente chimice cu influență favorabilă asupra structurii și constituenților metalografici.

Mărcile produse în România sau pe plan mondial au plaje foarte extinse la unele elemente, cum sînt: C = max. 0,30% (sau 0,15–0,25%); Si = max. 0,50% (sau 0,10–0,35%); P = max. 0,050%; S = max. 0,040%; Al = min. 0,015% etc., din care motive produsele metalurgice forjate sau laminate au o mare dispersie și anizotropie ale proprietăților fizico-mecanice.

Un alt dezavantaj al acestor sortimente îl constituie faptul că, pentru a-i asigura oțelului o reziliență bună la rece sau limită de curgere la cald, în unele situații se recurge la utilizarea unor elemente deficitare ca: Ni, Mo, V, Ti, în vederea alierii sau microalierii, ceea ce duce la mărirea prețului de cost al produselor fabricate.

Sinteza cercetărilor efectuate în cadrul I.M.G.B.

La întreprinderea de Mașini Grele București au fost efectuate cercetări ample și îndelungate, perioadă în care s-au produs multe repere pentru echipamente și utilaje care funcționează în domenii largi de temperatură: –50(60)–350(450)°C.

În cele ce urmează se vor prezenta, pe scurt, rezultatele acestor cercetări.

Oțelurile au fost elaborate în cuptoare electrice de 10 și 50 t. Șarjele mari s-au tratat și prin procedee de metalurgie în oală, instalațiile fiind de tip VAD–VOD sau RH (cu recirculare continuă).

Durata tratamentului de degazare-dezoxidare-desulfurare și corectare a analizei chimice a fost de 90–125 min, iar presiunea în instalația VAD sub 7 torr.

Turnarea oțelului s-a efectuat la temperaturi cuprinse între 1570 și 1600°C, în lingouri cu greutatea de 5 – 40 t.

Piesele executate au avut dimensiuni de 60–1200 mm, iar coroiajul la forjare a fost cuprins între 1,4 și 90.

Rezultatele cele mai bune se obțin în cazul în care la prelucrare prin deformare plastică se asigură un coroiaj (raportul între secțiunea transversală inițială a lingoului sau a semifabricatului și cea finală a produsului forjat) de minimum 5 (fig. 1, *a*, *b*, *c*).

La laminate, în special la produsele plate, se recomandă un coroiaj mai mare de 9 (10). În figura 1, *d* se prezintă gradul de realizare a produselor plate bune, în funcție de coroiaj.

Forjarea se execută la temperaturi cuprinse între 1200 și 800°C.

Tratamentul termic de calitate (final), care se aplică acestor produse (fabricate din oțelurile studiate și aliate cu Mn), constă din îmbunătățire sau normalizare.

Îmbunătățirea, aplicabilă preponderent la piese forjate, constă din încălzire la 880–920°C

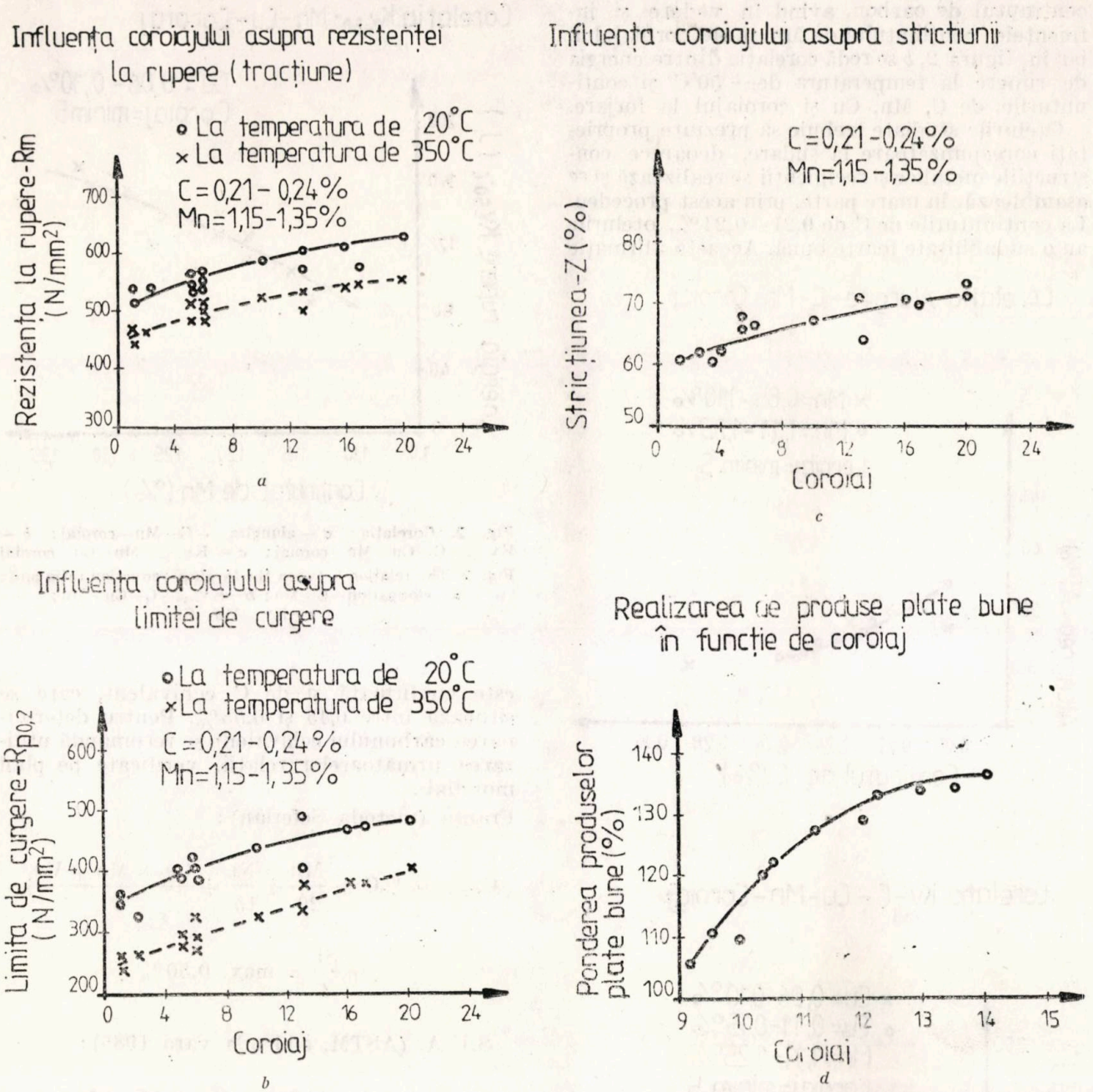


Fig. 1. Influența coroiajului: *a* — asupra rezistenței la rupere; *b* — asupra limitei de curgere; *c* — asupra strictiunii; *d* — în realizarea unor produse plate bune

Fig. 1. The influence of the forging reduction ratio on: *a* — the tensile strength; *b* — the proof stress; *c* — the necking; *d* — the manufacturing of good plate products

și răcire în apă (călire), urmată de revenire (încălzire la 620—660°C și răcire în aer liniștit).

Normalizarea, recomandabilă la produsele plate (laminate), se realizează prin încălzire la 880—940°C și răcire în aer ventilat, completată cu o detensionare — revenire la 600—650°C și răcire uniformă în aer staționar.

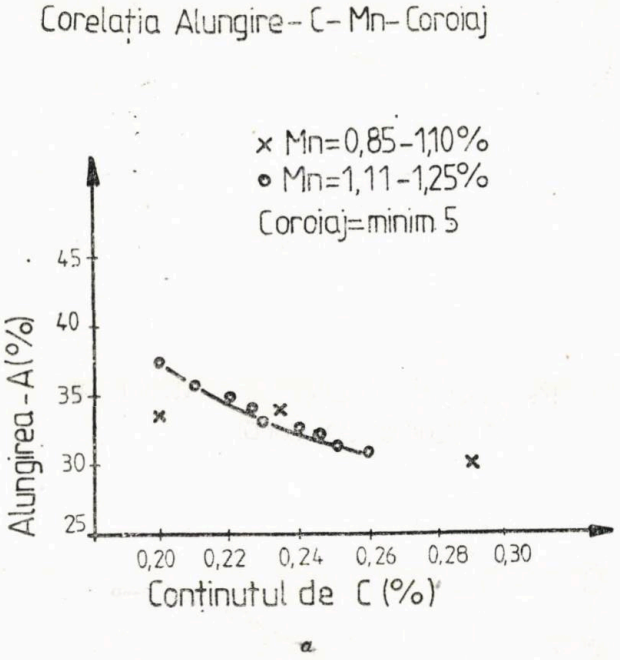
Analiza chimică optimă

Din cercetările efectuate la I.M.G.B. s-au desprins unele concluzii cu privire la analiza chimică și alți factori tehnologici, care să asigure oțelurilor aliate cu Mn proprietățile fizico-mecanice cele mai bune la temperaturi coborîte (−50...−60°C), precum și la cald (350...450°C).

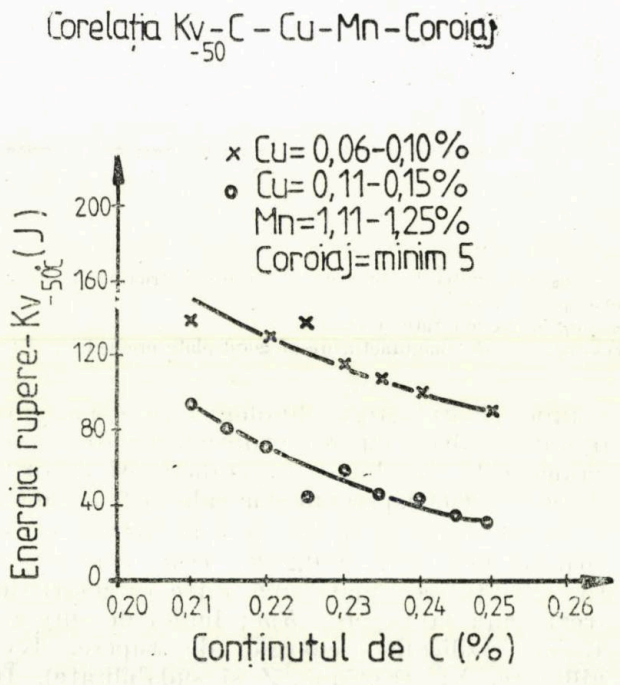
Astfel, conținutul de carbon trebuie să se situeze între 0,21 și 0,24%, ecart care asigură corelația cea mai bună între caracteristici (rezistența la rupere, *Rm*; limita de curgere, $R_{p0,2}$; reziliență — energie de rupere, Kv; alungire, A; strictiune, Z și sudabilitate). În figura 2, *a* se prezintă relația dintre alungire și

conținutul de carbon, avînd în vedere și influențele conținutului de Mn și ale coroiajului, iar în figura 2, *b* se redă corelația dintre energia de rupere la temperatura de — 50°C și conținuturile de C, Mn, Cu și coroiajul la forjare.

Oțelurile studiate trebuie să prezinte proprietăți corespunzătoare la sudare, deoarece construcțiile metalice și recipienții se realizează și se asamblează, în mare parte, prin acest procedeu. La conținuturile de C de 0,21—0,24%, oțelurile au o sudabilitate foarte bună. Această afirmație



a



b

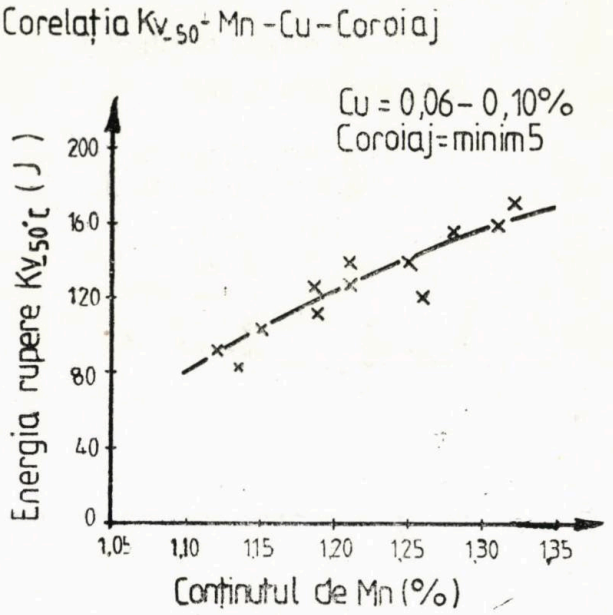


Fig. 2. Corelația: *a* — alungire — C — Mn — coroiaj; *b* — Kv_{-50} — C — Cu — Mn — coroiaj; *c* — Kv_{-50} — Mn — Cu — coroiaj

Fig. 2. The relation between the forging reduction ratio and: a — elongation — C — Mn; b — Kv_{-50} — C — Cu — Mn; c — Kv_{-50} Mn — Cu

este confirmată și de C echivalent, care se situează între 0,45 și 0,55%. Pentru determinarea carbonului echivalent se recomandă utilizarea următoarelor relații, verificate pe plan mondial:

Franța (metoda Seferian):

$$C_{echiv.} = \%C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Si}{4} = \text{max. } 0{,}50\%$$

S.U.A. (ASTM, addenda vara 1985):

$$C_{echiv.} = \%C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} = \text{max. } 0{,}55\%$$

Japonia (relația JSW — Japan Steel Work):

$$C_{echiv.} = \%C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Si}{24} = \text{max. } 0{,}65\%$$

La analiza optimă stabilită pentru un astfel de oțel, prin aplicarea relațiilor de mai sus, rezultă următoarele valori pentru C echivalent : 0,49% (Franța) ; 0,50% (S.U.A.) și 0,54% (Japonia).

În ceea ce privește manganul, plaja recomandabilă este cuprinsă între 1,15 și 1,35%. La aceste conținuturi de Mn se obțin valorile cele mai ridicate pentru rezilienta la —50°C, după cum se poate deduce și din corelația, stabilită și prezentată în figura 2, *c*, dintre Kv și Mn, în condițiile unui anumit conținut de cupru și pentru coroiajul de minimum 5 la produsele prelucrate la cald prin forjare.

Din figura 2, *b* se poate constata și influența negativă a cuprului asupra rezilienței. Din cercetările efectuate a rezultat faptul că este necesar să se limiteze conținutul de Cu din oțel la max. 0,10%, pentru a nu se diminua prea mult caracteristicile de tenacitate și plasticitate.

Au fost studiate și efectele fosforului și sulfului asupra proprietăților fizico-mecanice, în special asupra rezistenței la șoc la temperaturi scăzute.

Fosforul nu va depăși în astfel de oțeluri nivelul de 0,012%.

În diagrama 3, *a* se prezintă corelația dintre Kv la — 50°C și conținutul de P, pentru valorile optime ale Cu, Mn și coroiajului.

Sulful se va limita la max. 0,006%. Această concentrație este impusă de faptul că sulfurile fragilizează oțelul, cu diminuarea pronunțată a tenacității (3, *b*), unde se au în vedere și influențele C, Mn și coroiajului, pentru a se evidenția mai bine corelația Kv—S.

Aprofundînd și efectele aluminiului (ale grăuntelui austenitic ereditar) asupra proprietăților fizico-mecanice, a rezultat că oțelurile aliate cu Mn au o foarte bună rezilienta la temperatura de —50°C, pentru un conținut de Al cuprins între 0,025 și 0,040%, care asigură întotdeauna un grăunte fin (punctaj minim 6 ; 7).

Alte elemente (între care unele din categoria celor nocive), care reduc plasticitatea și tenacitatea la temperaturi ridicate și (sau) scăzute, se vor limita la conținuturile indicate mai jos pînă la care influențele negative nu sînt prea semnificative :

As = max. 0,015% ; Co = max. 0,020 (0,010)% ; Pb = max. 0,010% ; Sb = max. 0,0020% ; Sn = max. 0,010% ; Ti = max. 0,010% ; V = max. 0,010% ; Zn = max. 0,010% ; W = max. 0,005%.

În ceea ce privește cobaltul, se poate preciza că la reperele (produsele) utilizate în circuitul primar al unei centrale nuclearo-electrice este indicat ca acest element să se restricționeze la niveluri de max. 0,010%, deoarece se activează în timpul funcționării în zona reactorului și devine radioactiv.

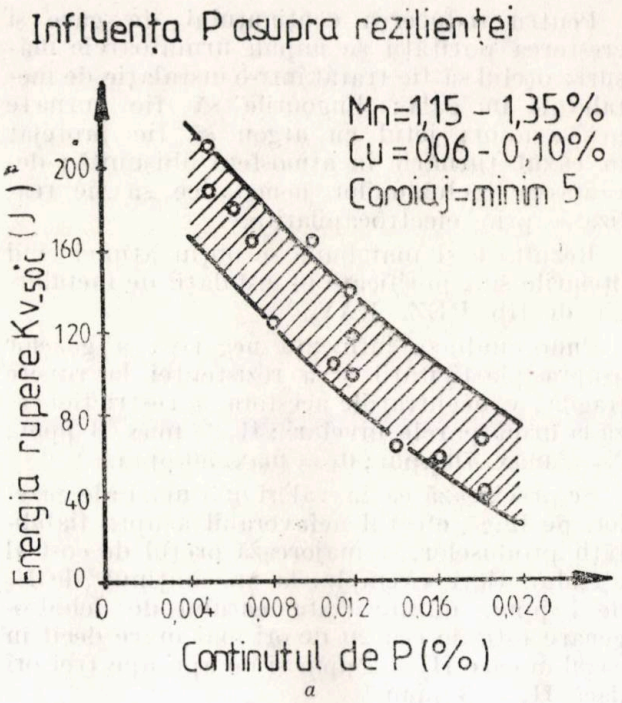


Fig. 3. Influența : *a* — P asupra rezilienței ; *b* — S asupra rezilienței

Fig. 3. The influence on the impact strength of : a — P ; b — S

Dacă la elaborare se utilizează niobiu sau zirconiu, ca elemente cu efecte favorabile asupra unor proprietăți mecanice și asupra sudabilității, se recomandă ca totuși în aceste oțeluri să se limiteze conținuturile lor la max. 0,040%, respectiv 0,030%, din motive economice.

Alte recomandări tehnologice

Pentru reducerea conținutului de gaze și creșterea purității se impun următoarele măsuri: oțelul să fie tratat într-o instalație de metalurgie în oală; lingourile să fie turnate în vacuum; jetul cu argon să fie protejat în cazul turnării în atmosferă obișnuită; decantarea incluziunilor nemetalice să fie realizată prin electrocapilaritate.

Rezultate și mai bune se obțin atunci cînd oțelurile sînt purificate în instalații de metalurgie de tip REZ, RAV.

Cunoscîndu-se influența negativă a gazelor asupra plasticității și a rezistenței la rupere fragilă, concentrațiile acestora se restricționează la următoarele niveluri: H_2 = max. 3 ppm; N_2 = max. 70 ppm; 0_2 = max. 50 ppm.

Se precizează că la valori mai mari ale gazelor, pe lîngă efectul nefavorabil asupra fiabilității produselor, se majorează prețul de cost al oțelului. Spre exemplu, la un conținut de H_2 de 7 ppm, durata tratamentului de dehidrogenare este de cca 20 de ori mai mare decît în cazul în care H_2 = 2 ppm și de aproape trei ori dacă H_2 = 3 ppm.

Concluzii

Experimentările îndelungate efectuate la I.M.G.B. și perfecționarea continuă a fabricării oțelurilor aliate cu mangan au dus la realizarea mărcii 22 Mn 12, cu un ansamblu superior de caracteristici fizico-mecanice.

Sortimentul acesta, fabricat la I.M.G.B. prin procedeul descris în lucrare, este superior calitativ și mai economic decît alte mărci, datorită: compoziției chimice bine precizate; granulației austenitice fine; purității ridicate; neutilizării unor elemente de aliere sau microaliere suplimentare; deformării plastice la cald la coroiajul indicat; tratamentului termic final aplicat așa cum s-a prescris; certitudinii mari a fabricației.

Analiza chimică optimă (necesară) și caracteristicile fizico-mecanice, care se pot realiza cu acest oțel, sînt:

C = 0,21—0,24%
Mn = 1,15—1,35%
Si = 0,20—0,40%
P = max. 0,012%
S = max. 0,006%
Cr = max. 0,25%
Ni = max. 0,25%
Mo = max. 0,05%
Al = 0,025—0,040%
As = max. 0,015%
B = max. 0,002%
Co = max. 0,010 (20)%
Cu = max. 0,10%
Nb = max. 0,040%
Pb = max. 0,010%
Sb = max. 0,0020 (30)%
Sn = max. 0,015%
Ti = max. 0,010%
V = max. 0,010%
Zr = max. 0,030%
Zn = max. 0,010%
W = max. 0,005%
H_2 = max. 3 ppm%
N_2 = max. 70 (80) ppm
0_2 = max. 50 (60) ppm

Tabelul 1

Caracteristicile fizico-mecanice obținute la oțelurile aliate cu Mn

Table 1

Mechanical properties of Mn—alloyed steel

Caracteristicile fizico-mecanice	Unitatea de măsură	Temperatura, °C	Valoarea
Rezistența la rupere, *Rm*	N/mm²	20	minim 540
,, ,,	,,	350	,, 490
Limita de curgere, *Rpo2*	N/mm²	20	,, 360
,, ,,	,,	350	,, 250
Alungirea, A_5	%	20	,, 30
Strictiunea, Z	%	20	,, 60
Rezilienta, Kv	J	20	,, 80
,,	J	—45 (50)	,, 40

Grăunte austenitic ereditar = mai fin ca 6

Promovînd oțelul 22Mn12 în locul mărcilor exemplificate, se reduc consumul de combustibil și energie, numărul de probe pentru încercări mecanice și cheltuielile de laborator, deoarece: se pot trata mai multe repere în același lot, se asigură repetabilitatea proprietăților și se obține o reducere a consumului de metal cu minimum 10%, datorită valorilor mai mari ale caracteristicilor mecanice, cantității mai reduse de gaze, purității ridicate și izotropiei mărite în toate direcțiile, obținute fără multe tatonări, retratări, contraprobe etc.

Important este ca pe întregul flux de fabricație să se respecte tehnologia integrată prezentată în această lucrare, începînd cu elaborarea și finalizînd cu tratamentul termic de calitate al oțelului (inclusiv cel pentru dehidrogenare după deformare la cald).

BIBLIOGRAFIE

[1] American Society of Mechanical Engineers (ASME): addenda vara 1984, addenda iarna și vara 1985.
[2] American Society for Testing and Materials (ASTM), section 1, vol. 0101, 1985.
[3] STAS-uri: 500/2—1980; 2883/2—1980; 2883/3—1988; 9021/1—1989; 10502—1989.
[4] Popescu, V., Drăgan, T., Alexandru, T. *Tehnologia forjării*. București, Editura Tehnică. 1980.
[5] Tripșa, I., Pumnea, C.: *Dezoxidarea oțelurilor*, Editura Tehnică, 1981.
[6] Constantinescu, A., Rotenstein, B., Lașcu, Simion, N.. *Fluajul metalelor*. București, Editura Tehnică, 1970.
[7] Millon, A. *Hidrogenul în oțeluri și în îmbinări sudate*. București, Editura Academiei Române, 1968.
[8] Chițu, G.. *Cercetări privind oțelurile inoxidabile martensitice cu 12%*. În Metalurgia, România, nr. 5, 1990.
[9] Brevet de invenție 56 660, România: *Procedeu și instalație pentru eliminarea incluziunilor nemetalice din oțel și aliaje topite.*

ROLUL FENOMENELOR DE INTERFAȚĂ LA PRODUCEREA COMPOZITELOR METALICE

Prof. dr. ing. V. BRABIE
Dr. ing. FL. ȘTEFĂNESCU
Prof. dr. ing. P. MOLDOVAN
Ing. G. NEAGU
Ing. A. CATALINA
Institutul Politehnic București

CZ: 669.018.25

Compozitele metalice cu particule disperse sînt materiale cu proprietăți complexe obținute din două componente ale căror proprietăți, diferite, se completează reciproc.

Ca material de bază — metalic — se folosesc, în general, aluminiul și aliajele sale, magneziul, nichelul, superaliajele și cuprul. Pentru materialele destinate produselor care lucrează la temperaturi mai mici de 450°C se recomandă utilizarea, ca matrice metalică, a aluminiului și aliajelor sale, datorită costului lor relativ scăzut. Pentru temperaturi înalte, atunci cînd nu sînt probleme legate de greutatea materialului, se recomandă utilizarea nichelului sau a superaliajelor. De asemenea, se recomandă pentru aceste temperaturi și folosirea aliajelor pe bază de titan.

Faza secundară este reprezentată de particule de grafit, oxizi (Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2) și carburi (SiC, TiC).

Pentru producerea pulberilor ceramice se utilizează procedee mecanice sau chimice, care asigură un grad ridicat de finețe a particulelor.

La turnarea materialelor compozite cu particule ceramice, dificultățile care apar sînt legate atît de tehnica încorporării particulelor în masa metalică de bază cît și de necesitatea obținerii unei interfețe omogene.

Înglobarea particulelor în baia metalică depinde, în mare măsură, de gradul de umectare a acestora de către aliajul lichid, grad de umectare care se exprimă prin unghiul de contact, dat de ecuația lui Young:

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{sg} - \sigma_{ls}}{\sigma_{lg}} \qquad (1)$$

în care: σ_{sg}, σ_{ls}, σ_{lg} sînt tensiunile interfazice solid-gaz, lichid-solid și lichid-gaz, iar θ este unghiul de contact dintre faza solidă și cea lichidă.

Umectarea se produce atunci cînd $\cos\theta > 0$ ($\theta < 90°$) și, deci, $\sigma_{sg} > \sigma_{ls}$.

Pentru analiza fenomenelor capilare care au loc la contactul dintre particula ceramică și aliajul lichid, se poate defini un coeficient de umectare S:

$$S = \sigma_{sg} - (\sigma_{lg} + \sigma_{ls}) \qquad (2)$$

Prin înlocuirea în ecuația (2) a diferenței $\sigma_{sg} - \sigma_{ls}$, obținută din relația (1), rezultă:

$$S = \sigma_{lg}(\cos\theta - 1) \qquad (3)$$

Coeficientul de umectare este direct proporțional cu tensiunea interfazică σ_{Lg} și, de asemenea, depinde de unghiul θ de umectare. Atunci cînd $S = 0$, aliajul lichid formează o peliculă fină pe suprafața solidă. Etalarea lichidului se produce cu atît mai energic cu cît atomii săi vor fi atrași mai puternic de atomii particulelor.

Mărimea unghiului de contact θ este dependentă și de natura suprafeței de contact. Deoarece suprafața particulelor ceramice nu este perfect plană ci prezintă numeroase asperități, valoarea unghiului de contact se modifică în funcție de condițiile geometrice (fig. 1).

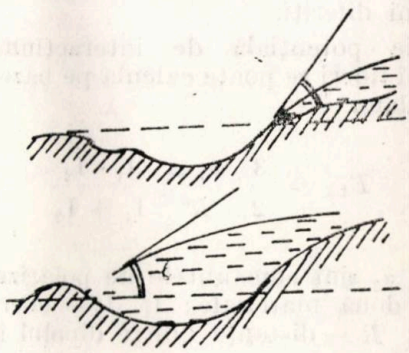


Fig. 1. Variația unghiului de contact în funcție de configurația suprafeței materialului solid

Fig. 1. Contact angle variation with the configuration of the solid material

În aceste condiții ecuația (3) se modifică, apărînd un factor de rugozitate ψ:

$$S = \frac{\sigma_{lg}}{\psi}(\cos\theta - 1) \qquad (4)$$

Factorul de rugozitate ψ este egal cu 1 pentru suprafețe perfect netede, ajungînd la 2,2 pentru cele rugoase.

În scopul realizării unei încorporări mai bune a particulelor ceramice în materialul de bază, se pot lua o serie de măsuri care să ducă la micșorarea unghiului de umectare și, deci, la creșterea energiei de adeziune :

$$W_a = \sigma_{lg}(1 + \cos\theta) \qquad (5)$$

W_a poate fi determinată direct, prin măsurarea unghiului de umectare și σ_{lg}.

Umectarea se realizează atunci cînd $W_a > \sigma_{lg}$.

Energia de adeziune este modificată de apariția unor interacțiuni de natură fizică și chimică.

Interacțiunea fizică se datorează apariției unor forțe de atracție temporare între atomii particulelor și cei ai topiturii, ionizați diferit.

Deoarece mărimea acestor forțe este determinată de polarizabilitatea atomilor, ele se mai numesc și forțe de dispersie sau forțe London.

Dacă fiecare strat monoatomic este constituit din atomi de același tip, atunci :

$$W_{a\,disp.} = nE_{1,2} \qquad (6)$$

în care :

$W_{a\,disp.}$ este energia de adeziune ca urmare a forțelor de dispersie ; n — numărul de atomi pereche pe unitatea de suprafață a interfeței ; $E_{1,2}$ — energia potențială de interacțiune dintre doi atomi diferiți.

Energia potențială de interacțiune între doi atomi liberi se poate calcula pe baza relației lui London :

$$E_{1,2} = \frac{3}{2}\,\frac{\alpha_1\alpha_2}{R^6}\,\frac{I_1 \cdot I_2}{I_1 + I_2} \qquad (7)$$

unde α_1, α_2 sînt constantele de polarizabilitate a celor două materiale ; I_1, I_2 — energiile de ionizare ; R — distanța dintre dipolul inductor și cel indus.

Valoarea lui $W_{a\,disp.}$, calculată pe baza relațiilor (6) și (7), în cazul unei suprafețe de separație metal lichid — particulă ceramică, nu depășește 600 mJ/m². Dacă se compară această valoare cu valorile σ_{lg} pentru principalele metale utilizate (tab. 1), se constată că forțele de dispersie sînt prea mici pentru a putea determina singure umectarea particulelor solide.

Forțele de natură chimică sînt determinate de reacția care poate avea loc între atomii A ai lichidului și atomii B din stratul superficial al particulelor solide :

$$mA + nB \overset{\Delta F^\circ}{\rightleftharpoons} A_m B_n \qquad (8)$$

Tabelul 1

Valorile tensiunii superficiale la temperatura de topire, pentru metale utilizate la realizarea compozitelor cu matrice metalică

Table 1

Surface stress values for the melting temperatures of the metals used to make metal matrix composites

Metalul	σ_{lg}, mJ/m²
Li	400
Mg	560
Zn	780
Al	1050
Cu	1300
Ti	1650
Ni	1780
Fe	1880
Mo	2250

în care : ΔF° este variația energiei libere standard :

$$\Delta F^0_{Am\,Bn} < 0$$

Influența interacțiunii chimice este superioară celei de natură fizică și depinde de poziția metalului în tabelul periodic.

Dacă particulele solide sînt oxizi, acestea sînt slab umectate de aliajul lichid.

Gradul de umectare este determinat de interacțiunile dintre atomii matricei metalice (metalului) și anionii de oxigen. Datorită polarizabilității ridicate a anionilor de oxigen și dimensiunii lor (mai mari în comparație cu cea a cationilor), se poate considera că la suprafața oxizilor se găsește un strat dublu de anioni (fig. 2). Umectarea slabă se datorează

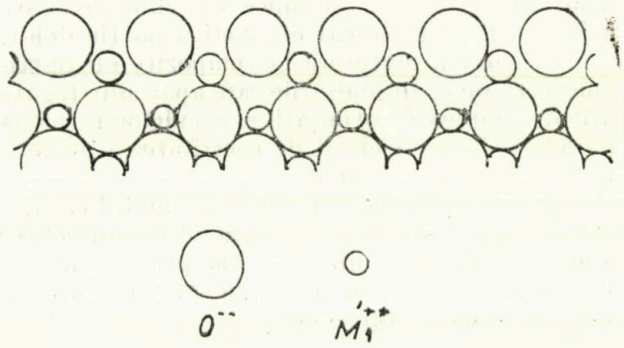


Fig. 2. Modelul Weyl pentru suprafața particulelor de oxizi
Fig. 2. Weyl model for the surface of oxide particles

în principal forţelor de respingere care se manifestă între norul electronic negativ al metalului şi stratul de anioni de oxigen.

Adeziunea dintre aliajul lichid şi suprafaţa oxidului ($M_e - M'_e O_x$) se îmbunătăţeşte o dată cu creşterea afinităţii metalului pentru oxigen şi cu mărirea concentraţiei de oxigen. La interfaţa metal-particulă au loc reacţiile :

$$M_e + y/2 \ O_2 \rightarrow M_e O_y ; \qquad (9)$$

$$M'_e O_x \rightarrow M'_e + x/2 \ O_2 \qquad (10)$$

în care M_e este metalul din topitură, iar M'_e este metalul din oxidul solid.

Concomitent cu aceste reacţii poate avea loc şi un transfer de masă între cele două componente :

$$M'_e \rightarrow [M'_e]_{Me} ; \qquad (11)$$

$$M_e O_y \rightarrow y\,[O]_{Me} + Me, \qquad (12)$$

$$M_e O_y \rightarrow [M_e O_y]'_{MeO_x} \qquad (13)$$

Un alt model al formării interfeţei metal-lichid — oxid este prezentat în figura 3 şi ia în considerare situaţia în care în baia metalică

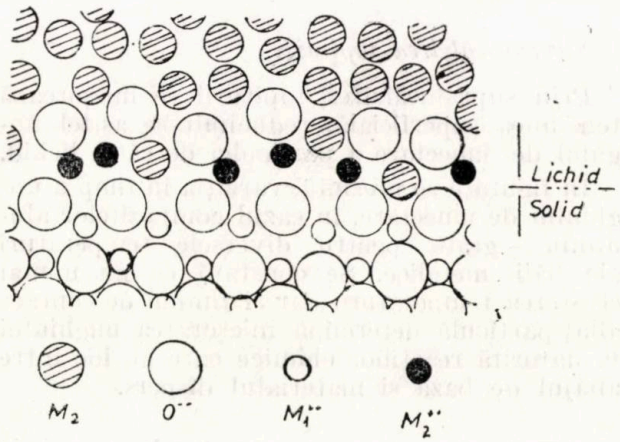


Fig. 3. Modelul Naidich pentru interfaţa metal lichid—oxid
Fig. 3. Naidich model for the liquid metal—oxide interface

se găseşte oxigen dizolvat. Acesta formează cu metalul din vecinătate un compus $M_e^{2+}O^{2-}$, care este adsorbit la interfaţă ca urmare a forţelor de atracţie electrostatică dintre cationul M_e^{2+} şi stratul de anioni de la suprafaţa peliculei de oxigen.

Înglobarea materialului se va realiza, în consecinţă, atunci cînd energia de adeziune W_a este cel puţin egală cu energia necesară distrugerii stratului de oxid format în urma procesului descris.

În absenţa oxigenului în baia metalică, formarea compusului $M_e^{2+}O^{2-}$ presupune desfăşurarea unei reacţii de reducere :

$$M_e + M'_e O \rightleftharpoons M_e O + M'_e \qquad (14)$$

Contribuţia interacţiunii chimice asupra energiei de adeziune creşte o dată cu descreşterea energiei libere de producere a acestei reacţii.

În cazul unor particule din carbon, energia de adeziune este dependentă de reactivitatea metalelor faţă de carbon, reactivitate care variază în funcţie de poziţia elementelor în tabelul periodic. Astfel, metalele care aparţin grupelor Ib şi Vb şi perioadelor 4 şi 6 sînt practic inerte faţă de carbon, energia de adeziune fiind mică (70—300 mJ/m²), iar gradul de umectare neglijabil.

Borul, aluminiul şi siliciul formează carburi care vor umecta carbonul, lucrul de adeziune fiind de 1000—12000 mJ/m². Cercetările experimentale au arătat că umectarea carbonului de către topiturile de aluminiu are loc la temperaturi de peste 900°C, deoarece prezenţa stratului de oxid de aluminiu împiedică contactul dintre cele două componente.

Metalele de tranziţie reacţionează puternic cu carbonul formînd carburi, iar energia de adeziune este de 2000—3000 mJ/m². Energia de adeziune creşte o dată cu scăderea numărului de electroni din stratul *d* (Ti > V > ... > Ni). În acest caz, interacţiunea chimică participă cu 90—95% la energia de adeziune.

Umectarea particulelor de carburi, cum ar fi SiC şi B_4C, depinde de condiţiile de umectare ale carbonului de către metalele lichide, deoarece, în general, metalele care nu reacţionează cu C nu reacţionează nici cu Si sau B. Excepţie face cuprul, deoarece Si se dizolvă în cuprul lichid, iar grafitul formează un strat solid la interfaţă. Energia de adeziune este dependentă de căldura de formare a carburilor, micşorîndu-se o dată cu creşterea acesteia. Astfel, o valoare mare a energiei de formare înseamnă legături interatomice puternice, ceea ce duce la o interacţiune mai slabă cu topitura. Ca urmare, rezultă o energie interfazică ridicată şi un grad mic de umectare.

Umectarea SiC este mai bună comparativ cu cea a B_4C, deoarece căldura de formare a SiC este mai scăzută.

Gradul de umectare a carburii de siliciu este adesea micşorat de prezenţa unui strat de oxid la suprafaţa particulei.

În scopul realizării unei încorporări mai bune a particulelor în materialul de bază, se pot lua o serie de măsuri care duc, în general, la micşorarea unghiului de umectare.

Acoperirea particulelor cu un strat de material metalic

Materialul folosit cel mai frecvent pentru acoperirea particulelor este nichelul. Acesta se utilizează în special în cazul compozitelor pe bază de aluminiu.

Deoarece prin utilizarea nichelului se micşorează unghiul de umectare, se reduce şi energia necesară imersării particulelor în materialul de bază. În figura 4 se prezintă variaţia energiei

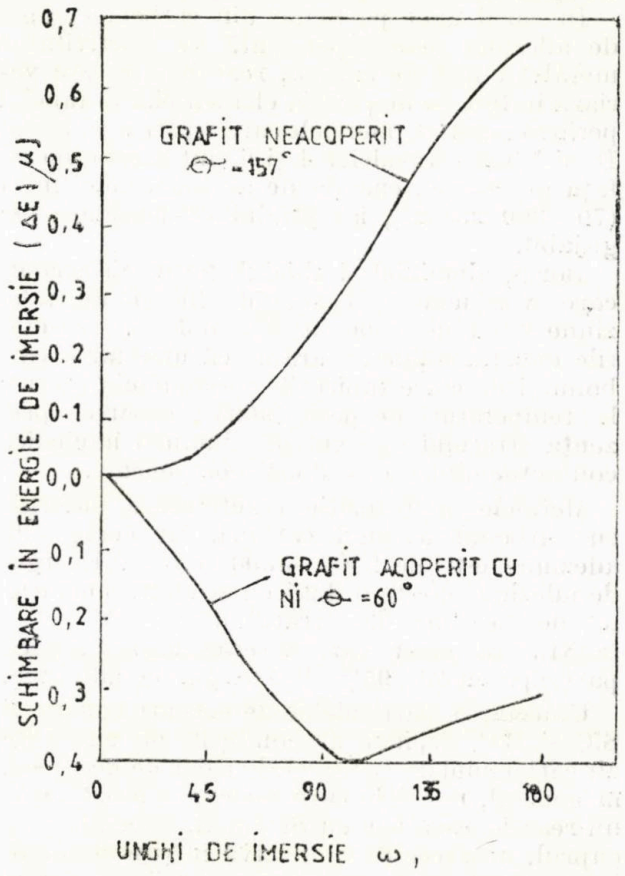


Fig. 4. Dependenţa dintre energia de imersare şi unghiul de pătrundere a particulei în aliaj

Fig. 4. The dependence between the immersion energy and the penetration angle of the particle in the alloy

de imersare în cazul unei particule de grafit de 250 μm, în funcţie de unghiul ω de pătrundere a particulei în aliajul lichid.

În cazul particulei de grafit acoperite cu Ni (unghiul de umectare fiind de 60°), energia necesară înglobării complete a unei particule se reduce cu 1 μJ, comparativ cu situaţia în care particula este neacoperită cu metal şi unghiul de umectare este de 157°.

Avantajul metodei de acoperire cu nichel constă şi în faptul că îmbunătăţirea condiţiilor de umectare se realizează la temperatura obişuită de elaborare a aliajului pe bază de aluminiu. Deoarece nichelul reacţionează puternic cu aluminiul şi formează compuşi intermetalici de tipul $NiAl_3$ sau Ni_2Al_3, apare un dezavantaj legat de fragilitatea ridicată a acestor compuşi.

Ca materiale de acoperire se mai pot folosi cuprul, argintul, cromul ş.a. Solubilitatea mare a argintului în Al conferă umectabilitate ridicată fără să ducă la apariţia unor compuşi fragili.

Preîncălzirea particulelor

Preîncălzirea particulelor înainte de dispersare are ca efect îndepărtarea gazelor adsorbite la suprafaţa acestora şi modificarea favorabilă a condiţiilor de umectare.

Valoarea critică a temperaturii de preîncălzire este determinată de parametrii termofizici ai particulelor şi topiturii :

$$T_{cr} = T_{top} - \frac{(1 - \rho_r)\,\rho_m\,L_m\,(1 - F_{cr})}{\rho_r\,\rho_p\,c_p} \qquad (15)$$

în care : T_{cr} este temperatura critică (minimă) de preîncălzire ; T_{top} — temperatura de topire a metalului ; ρ_r — densitatea relativă a particulei ; ρ_m — densitatea metalului (topiturii) ; L_m — căldura latentă de solidificare a materialului de bază ; F_{cr} — fracţia critică volumetrică de aliaj lichid în momentul încetării curgerii ; ρ_p — densitatea particulelor ; c_p — căldura specifică a particulelor.

Supraîncălzirea topiturii

Prin supraîncălzirea topiturii se micşorează tensiunea superficială, reducîndu-se astfel unghiul de umectare a particulei de către lichid.

În figura 5 se prezintă variaţia în timp a unghiului de umectare, în cazul compozitelor aluminiu — grafit pentru diversele temperaturi ale băii metalice. Se constată că nu numai creşterea temperaturii dar şi timpul de contact aliaj-particulă determină micşorarea unghiului θ, datorită reacţiilor chimice care au loc între aliajul de bază şi materialul dispers.

Introducerea unor elemente de aliere în baia metalică

Metoda constă în introducerea în baia metalică a unor elemente cu afinitate mare faţă de oxigen. Efectul acestor elemente reactive, privind îmbunătăţirea condiţiilor de umectare, se bazează pe tendinţa lor de a segrega la suprafaţa topiturii sau la limita de separaţie metal-particulă, îndepărtînd filmul de oxizi sau impurităţi care micşorau gradul de umectare şi reducînd astfel energia superficială solid-lichid.

Litiul este elementul cu efectul cel mai puternic, în acest sens, reacţionînd atît cu Al_2O

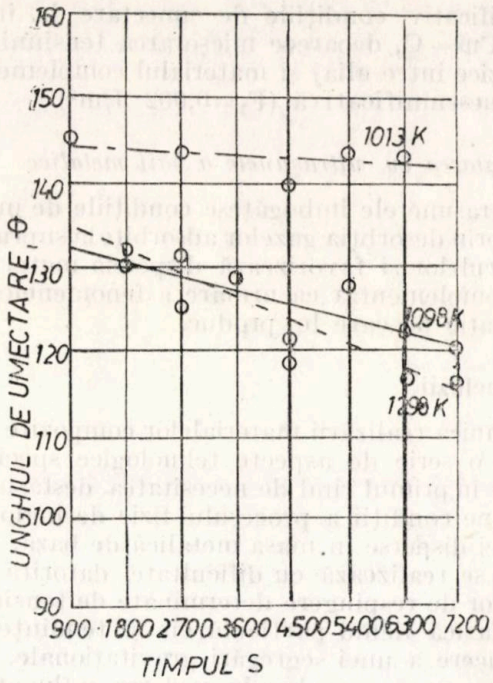


Fig. 5. Variația în funcție de timp și temperatură a unghiului de umectare

Fig. 5. The variation of the wetting angle depending on time and temperature

în cazul compozitelor aluminiu-grafit, cît și cu SiO_2, în cazul compozitelor aluminiu-SiC.

Un rol asemănător îl joacă și magneziul. Deoarece Mg are o tensiune superficială mai mică decît cea a aluminiului sau a aliajului Al—11,8 Si (0,817 N/m), adăugarea de 3% Mg în Al reduce tensiunea superficială a băii metalice de la 0,760 la 0,620 N/m la o temperatură de 993 K.

Pentru a evalua îmbunătățirea condițiilor de umectare se poate defini o *mărime cantitativă F*:

$$F = \underbrace{(\sigma_{lg} - \sigma'_{lg})}_{I} + \underbrace{(\sigma_{ls} - \sigma'_{ls})}_{II}, \qquad (16)$$

în care: σ'_{lg} și σ'_{ls} sînt tensiunile interfazice aliaj-gaze, aliaj-particulă în urma adăugării de elemente de aliere în baie.

Primul termen din ecuația (15) reprezintă micșorarea tensiunii superficiale a aliajului lichid ca urmare a prezenței elementului de aliere, iar al doilea reprezintă micșorarea tensiunii interfazice aliaj-particulă prin alierea băii.

Valoarea tensiunii superficiale și interfazice în sistemul metal-element de aliere se calculează pe baza modelului propus de Defay (fig. 6).

Modelul presupune existența unei rețele similare unei soluții lichide, compusă dintr-un strat monoatomic la suprafață și K straturi monoatomice paralele cu stratul superficial.

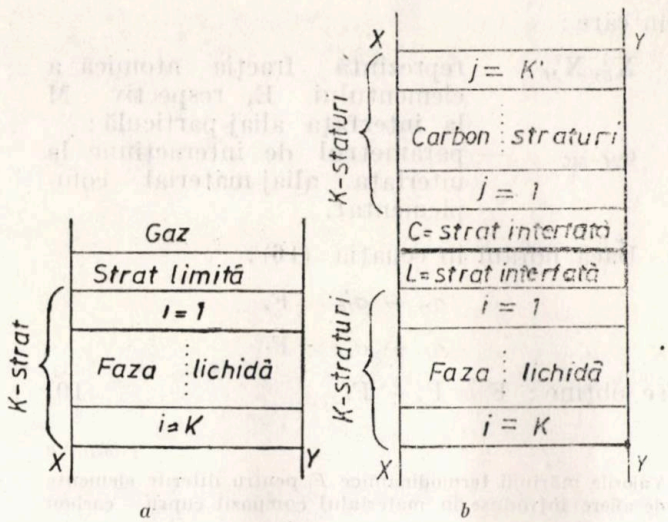


Fig. 6. Modelul Defay pentru determinarea tensiunii superficiale și interfazice metal—element de aliere

Fig. 6. Defay model for the evaluation of the surface stress and of the metal-alloying element interface stress

Tensiunea superficială a aliajului metal-element de aliere (M—E) se poate determina cu relația:

$$\sigma'_{lg} = \sigma_{lg} + \frac{RT}{A}\ln\frac{X_M^S}{X_M} + \frac{l\omega_{M-E}}{A}[(X_E^S)^2 + (X_E)^2] - \frac{m\,\omega_{M-E}}{A}(X_E)^2 \qquad (17)$$

în care:

R,T		reprezintă constanta universală a gazelor și respectiv temperatura;
A	—	suprafața specifică;
X_E^S, X_E^M	—	fracția atomică a elementului E, respectiv M în stratul limită;
X_E, X_M	—	fracția atomică a elementului E, respectiv M în celelalte straturi;
ω_{M-E}	—	parametrul de interacțiune în sistemul M—E;
l, m	—	constante, dependente de natura matricei metalice (pentru Cu $l=1/2$, $m=1/4$).

Valoarea tensiunii la interfața aliaj-material complementar se determină cu relația:

$$\sigma'_{ls} = \sigma_{ls} + \frac{RT}{A}\ln\frac{X_M^i}{X_M} + \frac{l\omega_{M-E}}{A}[(X_E^i)^2 - (X_E)^2] - \frac{m\omega_{M-E}}{A}(X_E)^2 + \frac{m'\omega_{M-MC}}{A} \qquad (18)$$

în care :

X_E^i, X_M^i — reprezintă fracţia atomică a elementului E, respectiv M la interfaţa aliaj-particulă ;

ω_{M-MC} — parametrul de interacţiune la interfaţa aliaj-material complementar.

Dacă notăm în ecuaţia (16) :

$$\sigma_{lg} - \sigma'_{lg} = F_s$$

$$\sigma_{ls} - \sigma'_{ls} = F_l$$

se obţine : $F = F_s + F_l$ (19)

Tabelul 2

Valorile mărimii termodinamice *F* pentru diferite elemente de aliere introduse în materialul compozit cupru — carbon

Table 2

The values of the thermodynamic factor (F) for the various alloying elements introduced in the Cu—C composite material

Elementul de aliere	σ_l^E, N/m	ω_{Cu-E}, kJ/mol	ω_{C-E}, kJ/mol	F_l, J/m²	F, J/m²
Mo	2,250	6,691	—14,687	1,667	1,663
Cr	1,700	4,322	—14,137	0,870	0,869
V	1,950	1,354	—17,108	0,393	0,389
Co	1,800	2,855	10,415	0,173	0,170
Pb	0,480	3,873	1,999	0,002	0,484

În tabelul 2 se prezintă valorile mărimii F pentru diferite elemente de aliere introduse în materialul compozit cupru-carbon. Valorile calculate pentru F_1 arată că elementele de aliere, precum Mo şi Cr, îmbunătăţesc sensibil condiţiile de umectare. În cazul Pb, deşi valoarea mărimii F este ridicată, prezenţa sa nu îmbunătăţeşte semnificativ condiţiile de umectare la interfaţa Cu — C, deoarece micşorarea tensiunii interfazice între aliaj şi materialul complementar este nesemnificativă (F_1=0,002 J/m²).

Tratarea cu ultrasunete a băii metalice

Ultrasunetele îmbogăţesc condiţiile de umectare prin desorbţia gazelor adsorbite la suprafaţa particulelor şi favorizează dispersia materialului complementar ca urmare a fenomenelor de cavitaţie pe care le produc.

Concluzii

Tehnica realizării materialelor compozite prezintă o serie de aspecte tehnologice specifice, legate în primul rînd de necesitatea desfăşurării în bune condiţii a procesului fizic de înglobare a fazei disperse în masa metalică de bază. Procesul se realizează cu dificultate, datorită atît forţelor de respingere determinate de tensiunea interfazică lichid-particulă, cît şi tendinţei de producere a unei segregări gravitaţionale. Măsurile care se pot lua în vederea influenţării, în sens favorabil, a fenomenelor superficiale constau din : metalizarea suprafeţei particulelor şi preîncălzirea acestora, folosirea de elemente activ-superficiale şi tratarea în stare lichidă a materialului compozit cu unde ultrasonore.

BIBLIOGRAFIE

[1] Delannay, F., Froyen, L., Deruyttere, A.: În : Journal of Materials Science 22, 1987.

[2] Delannay, F., Froyen, L., Deruyttere, A.: Proc. Conf. on Cast Reinforced Composites. Chicago, sept. 88, American Society for Metals.

[3] Mortensen, A.: Materials Science and Engineering, A 132, 1990.

[4] Liu, H., Shinoda, T., Mishima, Y., Suzuki, T.: În : ISIJ International, vol. 29, nr. 11, 1989.

[5] Dobrescu, L.: *Fenomene de suprafaţă la metale şi aliaje*. Bucureşti, Ed. Academiei, 1970.

[6] Rohatgi, P. K., Asthana, R., Das, S. International Metals Reviews, vol. 31, nr. 3. 1986.

[7] Rohatgi, P. K.: Metals Handbook. ASM. International, vol. 15, 1989.

CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND TURNAREA CONTINUĂ A OȚELULUI

Prof. dr. ing. I. VÎRCOLACU
Ing. C. BĂLESCU
Ing. V. MIREA
Institutul Politehnic București

CZ: 669.14 : 621.74.047

Ideea obținerii de piese semifabricate sau chiar finite direct din metalul lichid prin turnare continuă a apărut în secolul trecut.

Procedeul în sine consta în turnarea aliajului lichid prin partea superioară a unei forme cave răcite cu apă — cristalizorul — din care se extrage, prin partea inferioară, în mod continuu, „firul" de metal parțial sau complet solidificat. După solidificarea completă, semifabricatul este tăiat, din mers, la lungimi necesare, cu arzătoare oxigaz sau, mai rar, mecanic.

Lungimea lingoului, la procedeul clasic de turnare, corespunde lungimii lingotierei, pe cînd la turnarea continuă ea poate depăși de cîteva ori (chiar zeci) lungimea cristalizorului.

La turnarea oțelului în lingotieră, fiecare lingou are în partea superioară o zonă mai bogată în produse de segregație, care este afectată și de o retasură, zonă care trebuie îndepărtată. Dintr-un lingou obișnuit de oțel carbon sau aliat, deșeurile provenite din capete reprezintă 12—25% din cantitatea totală de aliaj turnat. Creșterea treptată, continuă, a lingoului la turnarea continuă duce la concentrarea retasurii numai în capătul care încheie secvența de turnare a semifabricatului, astfel încît cantitatea deșeurilor se micșorează la 2—5%. Totodată, în cazul turnării continue a metalului, există posibilitatea obținerii unor lingouri cu secțiuni relativ mici, adică se pot obține direct din metalul lichid semifabricate metalurgice destinate prelucrării ulterioare în produse finite prin laminare, forjare sau matrițare.

Fluxul tehnologic la turnarea continuă elimină (fig. 1) o serie de operații specifice turnării clasice, cum ar fi:

— pregătirea lingotierei (I);
— turnarea în lingotiere (II);
— transportul lingotierei în secția de stripare (III);
— striparea lingourilor (IV);
— transportul lingourilor la secțiile de cuptoare adînci (V);
— reîncălzirea lingourilor (VI);
— laminarea lingourilor pe laminoare degrosisoare — bluming, slebing (VII).

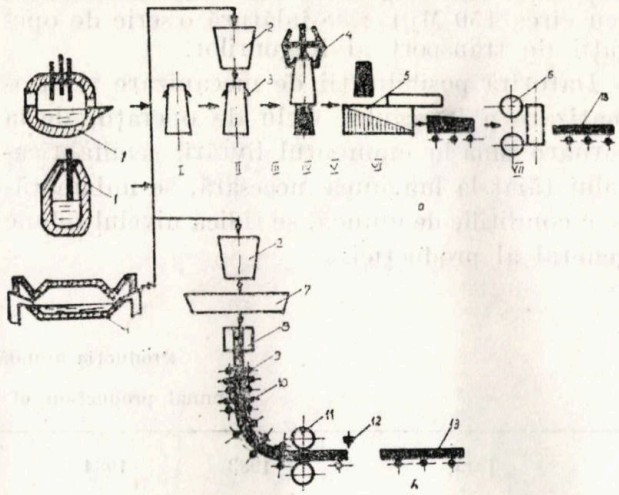


Fig. 1. Procedee de turnare a oțelului:
a — clasic; *b* — continuu; *1* — agregat de elaborare; *2* — oala de turnare; *3* — lingotiera; *4* — striper; *5* — cuptor adînc; *6* — laminor degrosisor; *7* — distribuitor; *8* — cristalizor; *9* — role de susținere; *10* — duze de stropire; *11* — caja de extragere; *12* — dispozitiv de tăiere; *13* — semifabricat

Fig. 1. Steel casting processes: *a* — conventional; *b* — continuous; *1* — melting plant; *2* — ladle; *3* — ingot mould; *4* — stripper; *5* — pit furnace; *6* — break-down mill; *7* — tundish; *8* — mould for continuous casting; *9* — support rolls; *10* — spray nozzles; *11* — pulling stand; *12* — out-off device; *13* — billet

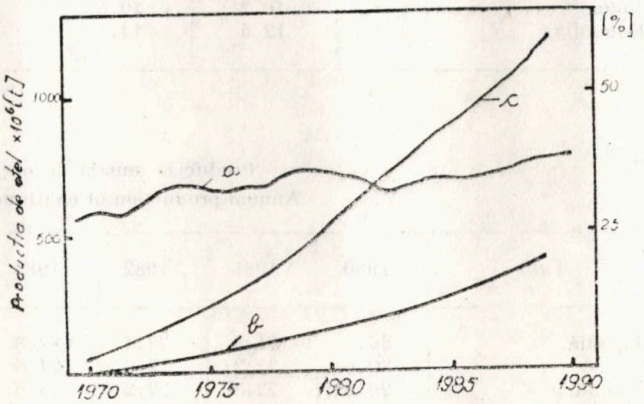


Fig. 2. Producția mondială de oțel brut și turnat continuu: *a* — oțel brut; *b* — oțel turnat continuu; *c* — ponderea oțelului turnat continuu în producția de oțel brut
Fig. 2. Raw steel and continuously cast steel world output *a* — raw steel; *b* — continuously cast steel; *c* — the share of the continuously cast steel in the raw steel output

Prin urmare, se înlătură necesitatea folosirii unor utilaje scumpe (laminoare degrosisoare, cuptoare adînci, utilaje de stripare, utilaje de transport, lingotiere etc.), micșorîndu-se mult cheltuielile de investiții.

Se reduce mult ciclul de fabricaţie prin înlăturarea operaţiilor grele, care necesită un volum mare de muncă cum sînt : pregătirea lingotierelor, striparea, laminarea lingourilor pe laminoare degrosisoare; se micşorează consumul de combustibil prin înlăturarea încălzirii sau a preincălzirii lingourilor, în vederea laminării (cu circa 150 Mj/t); se înlătură o serie de operaţii de transport al lingourilor.

Datorită posibilităţii de mecanizare şi automatizare a întregului ciclu de operaţii, de la turnare pînă în momentul livrării semifabricatului tăiat la lungimea necesară, se îmbunătăţesc condiţiile de muncă, se ridică nivelul tehnic general al producţiei.

Tabelul 1
Table 1

Numărul de instalaţii/linii de turnare continuă pe sortimente, buc.

The distribution of the continuous casting plants/ lines on grades and quantities

Ţara	Ţaglă	Blum	Brama	Total
Japonia	76/244	51/155	52/82	179/481
S.U.A.	60/182	37/149	42/58	139/389
China	74/249	32/107	31/34	137/390
India	53/123	54/124	8/8	115/255
Italia	57/229	22/91	15/26	93/346
C.S.I.	16/81	28/122	37/68	81/271
România	—	5/23	4/8	9/31

Tabelul 2
Table 2

Producţia anuală de oţel brut, mil. t

Annual production of raw steel, millions of tons

Ţara	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
C.S.I.	152,5	154,2	154,7	160,5	161,9	163,0	160,7
Japonia	97,2	105,6	105,3	98,3	98,5	105,7	107,9
S.U.A.	76,8	83,9	80,1	74,0	80,9	90,7	88,9
China	40,0	43,5	46,8	52,2	56,0	59,4	61,3
Germania	35,7	39,4	40,5	37,1	36,2	41,0	41,0
Italia	21,8	24,1	23,9	23,0	22,8	23,7	25,1
Brazilia	14,7	18,4	20,5	21,2	22,2	24,7	25,0
Coreea de Sud	11,9	13,0	13,5	14,6	16,8	19,1	21,9
Franţa	17,6	19,0	18,8	17,9	17,7	19,1	19,3
Marea Britanie	15,0	15,1	15,7	14,7	17,4	19,0	18,8
Canada	12,8	14,7	14,6	14,1	14,7	15,2	15,5
Cehoslovacia	15,0	14,8	15,0	15,1	15,4	15,4	15,5
Polonia	16,2	16,5	16,1	17,1	17,1	16,9	15,2
India	10,2	10,5	11,9	12,2	13,1	14,3	14,4
România	12,6	14,4	13,8	14,3	15,0	14,5	E 13,5

Tabelul 3
Table 3

Producţia anuală de oţel turnat continuu, mil. t

Annual production of continuously cast steel, millions of tons

Ţara	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Japonia	66,3	71,8	78,4	83,8	94,1	95,9	91,1	91,9	98,4	100,8
S.U.A.	20,6	22,2	19,6	24,6	33,3	35,5	40,8	48,3	55,5	57,1
Germania	20,2	22,3	22,2	25,6	36,3	32,3	31,4	31,9	36,3	36,8
C.S.I.	15,9	18,1	18,6	18,9	19,6	21,0	24,0	26,1	27,0	27,6
Italia	13,2	12,6	14,1	14,8	17,6	18,8	19,3	20,5	22,1	23,7
Coreea de Sud	2,8	4,8	6,0	6,7	7,9	8,6	10,3	14,0	16,4	20,6
Franţa	9,6	10,9	10,8	11,2	12,7	15,2	16,0	16,5	17,9	18,2
Marea Britanie	3,1	4,9	5,3	6,9	7,8	8,6	8,9	11,3	13,4	16,0
Brazilia	5,1	4,8	5,3	6,9	7,6	8,9	9,7	10,1	12,1	E13,5
România	2,4	2,7	2,9	3,3	4,4	4,1	4,6	4,8	4,9	4,6

Conducerea agregatului pentru turnarea continuă a oţelului necesită un personal de deservire mai redus decît tehnologia clasică de obţinere a semifabricatului.

Întrucît semifabricatul obţinut prin turnare continuă are o secţiune transversală mult mai mică decît lingourile obişnuite şi se răceşte mai intens, acesta are o structură şi o

compoziție chimică „mai" uniformă în toată masa sa.

Avantajele tehnico-economice și metalurgice ale procedeului de turnare continuă a oțelului au determinat adoptarea și utilizarea lui pe plan mondial.

Producția mondială de oțel turnat continuu era în 1970 de numai 4% din producția totală de oțel brut; ea se preconiza să ajungă la peste 60% în anul 1990. A crescut foarte rapid numărul instalațiilor de turnare continuă, ajungînd la peste 1400, însumînd circa 4400 de linii. În tabelul 1 se poate observa distribuția acestora în principalele țări producătoare de oțel.

Creșterea rapidă, mai ales după anii '70, a producției mondiale de oțel turnat continuu, respectiv a ponderii semifabricatelor turnate continuu în producția de oțel brut pe plan mondial, se poate observa în figura 2, iar producțiile de oțel brut și turnat continuu, din principalele țări siderurgice, în tabelele 2 și 3.

Dinamica procedeului de turnare continuă se explică prin faptul că semifabricatele sau chiar produsele finite obținute le pot concura din toate punctele de vedere, dar mai ales cel calitativ, pe cele obținute prin procedeul clasic. Astfel se explică faptul că într-o serie de țări, cum ar fi: Japonia, Franța, Italia, Danemarca, Finlanda, ponderea semifabricatelor turnate continuu, în producția de oțel brut, a depășit 90%, procedeul asigurînd un coeficient de scoatere de 98%.

BIBLIOGRAFIE

[1] Barbe, J. Actions de progres en coulee continue — Simpozion stiintific franco-roman — Galați, august, 1990.

Revista revistelor

CIORNAIA METALLURGHIIA, CERMETINFORMAȚIIA, U.R.S.S., nr. 8, 1991

— Producția de metal calibrat și de produse metalice mărunte, pe plan mondial, p. 4 — Probleme generale de ramură ale dezvoltării siderurgiei din țările capitaliste și cele în curs de dezvoltare în anul 1990, p. 13 — Creșterea rezistenței mecanice a aglomeratului, p. 29 — Perfecționarea sistemului de dozare a încărcăturii furnalelor, p. 30. — Funcționarea furnalului după reconstrucție, p. 32 — Utilizarea instalației de control al diferenței potențialelor electrice la montarea furnalului, p. 36 — Proprietățile tehnologice ale pulberilor electrolitice de mangan, p. 37 — Estimarea conținutului de elemente dezoxidante în aliajul topit de precizie cu ajutorul sondelor cu oxigen, p. 41 — Tehnologie cu economisire de resurse a elaborării oțelurilor crom-nichel rezistente la coroziune cu conținut scăzut de cupru, p. 43 — Tratamentul oțelului cu modificatori pulverulenți la turnarea semifabricatelor pentru profile turnate continuu, p. 45 — Turnarea semifabricatelor pentru profile din oțeluri aliate pe instalații orizontale de turnare continuă cu extracția bilaterală a lingourilor, p. 46 — Tratamentul modificator al oțelului slab aliat cu corecția consumului de silicocalciu, p. 48 — Analiza calității șinelor laminate cu utilizarea cajei universale prefinisoare, p. 49 — Creșterea scoaterii de metal bun la fabricarea semifabricatelor, p. 51 — Perfecționarea tehnologiei de fabricație a țaglei pentru țevi pe laminorul 300—2 de la uzina metalurgică din Uzbekistan, p. 52 — Elaborarea tehnologiei de fabricație a țevilor de precizie deformate la rece din oțel 20H2MFA, p. 55 — Creșterea rezistenței la uzură a îmbinării cu filet la țevile de tubaj, p. 57 — Optimizarea compoziției chimice a oțelului 28 G 2S1D, p. 58 — Tratamentul termic al țaglelor din oțeluri rezistente la coroziune în cuptorul de trecere cu role cu micșorarea numărului de zone cu temperaturi înalte, p. 59 — Asimilarea cuptorului cu grinzi pășitoare pentru revenirea la temperaturi joase a țevilor cu rezistență mare, p. 60 — Îmbunătățirea funcționării termice a cuptorului tunel pentru prăjirea refractarelor din mulit și corindon, p. 63 — Reglarea automată a regimului termic al mixerului, p. 65 — Executarea periilor de sîrmă cu mîner din lemn, p. 67.

CIORNAIA METALLURGHIIA, CERMETINFORMAȚIIA, U.R.S.S., 1991, nr. 9

— Dezbateri pe marginea materialelor conferinței internaționale SCANINJECT-V „Tratamentul oțelului în afara cuptorului", p. 12 — Protecția construcțiilor de metal la coroziune în condițiile umidității crescute, p. 20. — Metode moderne și mijloace de control automat ale geometriei roților laminate, inelelor și bandajelor, p. 27 — Elaborarea concepției de extracție hidraulică din adîncimi a minereurilor bogate în minereu de fier, p. 39 — Studierea particularităților de utilizare a varului activ nestins în încărcătura de peletizare, p. 47 — Dependența repartizării cocsului și aglomeratului în gura de alimentare a furnalului de lățimea buclei materialelor care cad din distribuitorul rotativ, p. 49 — Creșterea eficienței de afinare a oțelului în oală cu amestecuri solide zgurifiante, p. 53 — Elaborarea și asimilarea instalației oală-cuptor, p. 55 — Experiența nitrurării oțelului pentru roți, p. 56 — Prelucrarea termică a deșeurilor cu conținut de zinc rezultate de la convertizoare, p. 58 — Eficiența exploatării oalelor pentru turnarea oțelului cu căptușeală bazică cu liant de gudron, p. 60 — Dispozitive pentru protecția jetului de metal de oxidarea secundară la turnarea oțelului în lingotiere p. 65 — Afinarea complexă a oțelului în oală cu materiale pulverulente și solide în bucăți, p. 68 — Tensiunea de contact la deplasarea torsională autooscilatorie a cilindrilor de lucru ai cajelor de laminare, p. 70 — Regimuri raționale de înfășurare în rulouri a benzilor laminate la cald, p. 71 — Tehnologie perfecționată de calibrare a țevilor profilate, p. 72 — Fabricarea țevilor mono-și bimetalice din țagle turnate centrifugal, p. 73 — Particularitățile executării laminatelor la fabricarea tablei auto pe agregatele de recoacere continuă, p. 76 — Utilizarea metodei potențiometrice la controlul tensiunilor interne în metal, p. 77 — Modernizarea utilajului pentru răcirea accelerată a sîrmei trefilate din caldul de laminare pe laminorul 320/250, p. 78. — Stabilizarea proprietăților mecanice ale benzii cinescopice, p. 80 — Studierea influenței tratamentului termic asupra rezilienței oțelului 09G2S, p. 28. — Controlul nedistructiv al utilajului și laminatului, p. 80 — Sistem de reglare automată a consumului de gaze naturale cu controlerul de microprocesare P-100, p. 84.

STAL, U.R.S.S. 1991, nr. 8

— Reutilarea tehnică a siderurgiei și modernizarea întreprinderilor metalurgice, în U.R.S.S., p. 1 — Programul, de funcționare a întreprinderilor în condițiile trecerii la economia de piață în U.R.S.S., p. 5 — Asimilarea tehnologiei de elaborare în furnal cu insuflarea gazelor carburate reducătoare, p. 7 — Optimizarea redistribuirii gazelor naturale în secția de furnale a Combinatului metalurgic Magnitogorsk, p. 13 — Structura rațională a oțelăriilor, p. 18 — Durabilitatea refractarelor în agregatele de elaborare a oțelului, p. 21 — Eficiența utilizării oalelor cu căptușeală bazică pentru turnarea oțelului, p. 27 — Influența acoperirilor de protecție a căptușelilor distribuitoarelor asupra calității oțelului, p. 30 — Creșterea rezistenței oalelor pentru turnarea oțelului căptușite cu cărămizi calcopericlazice tratate termic, p. 31 — Creșterea eficienței producției de oțel 07H25N12G2T și 06H25N12TIn, p. 34 — Cuptor pentru călirea feroaliajelor, p. 35 — Calculul parametrilor electrici ai cuptoarelor pentru feroaliaje, p. 36 — Rezistența la deformare a oțelurilor slab aliate, p. 41 — Intensificarea spălării benzii decapate pe agregatul de decapare cu acid clorhidric, p. 43 — Protecția tablei laminate la rece la coroziunea atmosferică, p. 45 — Creșterea eficienței producției de laminate fasonate la uzina metalurgică din Moldova, p. 47 — Sistem automatizat de control, evidență și analiză a calității laminatelor pentru șină, p. 49 — Perfecționarea calibrării cilindrilor pentru laminarea oțelului hexagonal de dimensiuni mari, p. 52 — Elaborarea schemelor tehnologice de fabricație a țevilor laminate la cald cu ajutorul calculatoarelor personale, p. 55 — Calculul automatizat al calibrărilor la bancul de tras țevi la rece, p. 57 — Particularitățile tehnologice ale fabricării sîrmei cu conținut ridicat de carbon, p. 59 — Cercetarea uzurii sîrmei pentru cablu, p. 60 — Proprietățile oțelurilor feritice inoxidabile, elaborate în agregatul de afinare cu gaze și oxigen, p. 63 — Optimizarea regimului de răcire a baloanelor cu volum mare la călire, p. 65 — Asigurarea proprietăților ridicate de consum ale oțelului laminat la cald 08ln, p. 67 — Îmbunătățirea calității suprafeței tablelor bimetalice obținute prin încărcare electrică sub zgură, p. 70 — Rezistența la construcții a oțelului din pulberi, p. 73 — Resursele refractare secundare ale întreprinderilor siderurgice, p. 81 — Stimulatoare economice de pregătire și utilizare a deșeurilor aliate din grupa B8 și B11, p. 84 — Influența calității apei la funcționarea mașinilor de turnare continuă a semifabricatelor, p. 85 — Alegerea procedeelor de fabricare a varului ars, p. 87.

STAL, U.R.S.S., 1991, nr. 9

— Realizarea unei scheme de principiu a mașinii de prăjire pentru metalizarea peletelor, p. 3 — Sistem gazodinamic cu autoreglaj de repartizare a prafului de cărbune pe gurile de vînt ale furnalului, p. 5 — Comportarea din punct de vedere termic și construcția vetrei creuzetului în întregime din carbon, p. 8 — Studierea transportului de masă la pierderea stabilității straturilor limită granulare, p. 11 — Situația și perspectivele dezvoltării metalurgiei în afara cuptorului, p. 15 — Stabilirea parametrilor raționali ai instalațiilor de vidare prin recirculare și unificarea refractarelor la căptușirea acestora, p. 17 — Utilaje eficiente și tehnologie rațională de tratare a oțelului în oală cu materiale pulverulente, p. 19 — Stabilirea duratei optime de suflare a topiturii cu gaze inerte, p. 21 — Suflarea metalului la viteze mari cu argon la tratamentul oțelului în afara cuptorului, p. 24 — — Mecanismul alierii oțelului cu carbon la vidarea prin circulare, p. 26 — Perfecționarea tehnologiei de tratament în afara cuptorului a oțelului pentru rulmenți, p. 29 — Îmbunătățirea calității oțelului semicalmat prin tratamentul acestuia în instalația de vidare de tip porționat, p. 32 — — Elaborarea oțelului 03H26N6T prin metoda afinării cu gaze și oxigen, p. 33 — Perfecționarea tehnologiei de obținere a aglomeratelor de mangan tratate cu fondanți, p. 34 — Perfecționarea regimurilor termice de laminare la cald a benzilor după reconstrucția laminorului 1700, p. 39 — Utilizarea adaosurilor diferențiate la șutarea capetelor la fabricarea laminatelor pe laminoarele de tablă groasă, p. 41 — Alegerea unei profilări raționale la deplasarea axială a cilindrilor de lucru, p. 44 — Elaborarea unui sistem automatizat de comandă a calității laminatului, p. 46 — Situația și perspectivele dezvoltării producției de profile îndoite, p. 49 — Îndreptarea benzilor în două suprafețe de rigiditate pe mașinile de îndreptat cu role, p. 50 — Material de antifricțiune pentru lagărele de alunecare de la laminorul 300—1, p. 51 — Tehnologie nouă de fabricație a țevilor de precizie de înaltă rezistență din aliaje solide prin dispersie, p. 52. — Conferința unională tehnico-științifică din 18—19 aprilie 1991 Pervouralsk „Perfecționarea tehnologiei și utilajului pentru fabricarea țevilor deformate la cald", p. 54 — Mașină universală de filetat, p. 58 — Cerințe față de structura și proprietățile sîrmei carbon răcite rapid, p. 60 — Tablă cositorită electrolitic cu substrat de nichel, p. 64 — Defectele superficiale ale tablei subțiri din oțel cu conținut mediu de carbon, p. 67 — Micșorarea îndoirii la călirea benzii pentru lamele de ras din oțel 65H13, p. 70 — Principiile de bază ale perfecționării tehnologiei de fabricație a benzii amorfe, p. 73 — Beneficii și rabaturi la prețurile cu ridicata pentru calitatea produselor de metal și influența acestora asupra economiei întreprinderii, p. 78 — Utilizarea așchiilor carbon din oțel presate la cald în cuptoarele Martin, p. 80 — Utilizarea prafului din instalațiile de epurare a gazelor la obținerea compozițiilor liante, p. 83 — Micșorarea conținutului de oxizi de azot în produsele rezultate de la arderea gazelor în țevile de radiație, p. 87.

STAL, U.R.S.S., 1991, nr. 10

— Optimizarea regimului de aprindere și de încălzire suplimentară a încărcăturii de aglomerare, p. 3 — Funcționarea creuzetului furnalului în care se adună reziduuri și mecanismul spălării acestuia, p. 5 — Căi de dezvoltare a producției de oțel, p. 9 — Proprietățile și structura topiturilor de fier, p. 13 — Creșterea eficienței de desulfurare a oțelului prin tratamentul cu pulberi în oală, p. 18 — Izolarea termică a maselotelor lingourilor din oțel calmat cu un amestec exotermic eficient, p. 21 — Un procedeu nou de mărire a rezistenței căptușelii cuptoarelor electrice cu arc la elaborarea oțelului pentru rulmenți, p. 24 — Prognozarea indicatorilor tehnico-economici ai cuptoarelor electrice pentru elaborarea oțelului prin utilizarea calculatoarelor electronice personale, p. 26 — Particularitatea elaborării oțelului în cuptoare electrice cu boltă răcită cu apă, p. 27 — Tehnologie nouă de fabricație a aglomeratelor de mangan, tratate cu fondanți, p. 29 — Modificarea defectelor superficiale la laminarea țaglei pentru țevi din oțel rezistent la coroziune, p. 33 — Estimarea eficienței de cumulare a proceselor de laminare și reducere a sleburilor pe laminorul de benzi late 2500, p. 36 — Capacitatea de ștanțare a tablei laminate la rece pentru creșterea eficienței utilizării acesteia, p. 43 — Aplicarea unei acoperiri diferențiate la alimentarea cu curent pe o singură parte a benzii, p. 46 — Structura și particularitățile noului standard pentru profilele în dublu T cu înclinația fețetelor interioare ale tălpilor, p. 48 — Optimizarea încărcării instalației 80, p. 50 — Asimilarea tehnologiei de fabricație a cablurilor cu material de umplutură ermetic, p. 52 — Influența condițiilor de răcire a rulourilor asupra structurii și proprietăților benzii laminate la cald, p. 55 — Calitatea oțelurilor austenitice crom-nichel, elaborate prin metoda afinării cu gaze și oxigen, p. 59 — Compoziții noi ale oțelurilor pentru rulmenți cu călibilitatea reglementată, p. 62 — Creșterea rezistenței la uzură a cilindrilor din fontă cu două straturi de la liniile de laminare a tablei, p. 65 — Sinteza plasmochimică a pulberilor ultradisperse de oxizi, compoziția și morfologia acestora, p. 67 — Rautaruuchi — model de producător modern european de oțel, p. 71 — Tehnologie complexă de utilizare a zgurilor de haldă, a prafului și a șlamurilor formate la elaborarea aliajelor de mangan și a fondanților, p. 74 — Metode complexe de neutralizare a oxizilor de azot în cuptoarele de încălzire, p. 78 — Desprăfuirea locală a materialului pe traseul de încărcare a încărcăturii în industria de aglomerate pentru furnal, p. 80 — Sisteme de

încălzire cu economie de energie la cuptoarele termice şi de încălzire, p. 81 — Sistem de încălzire a cuptoarelor cu încălzitoare, p. 86 — Problemele automatizării proiectării în serviciile de proiectare din cadrul secţiilor metalurgice, p. 88.

STAL, U.R.S.S., 1991, nr. 11

— Unele probleme fundamentale ale proceselor metalurgice, în U.R.S.S., p. 1 — Estimarea rezistenţei mecanice a aglomeratului, p. 7 — Funcţionarea furnalelor cu zgură cu bazicitate scăzută, p. 9 — Intensificarea procedeului de elaborare prin insuflarea în furnal a unui amestec de gaze şi oxigen, p. 12 — Reglarea stării termice a furnalelor cu ajutorul parametrilor tehnologici complecşi, p. 15 — Funcţionarea furnalului cu stabilizarea automată a regimului de suflare, p. 18 — Îmbunătăţirea calităţii oţelului pentru transformatoare prin tratamentul porţionat sub vid, p. 22 — Îmbunătăţirea proprietăţilor mecanice ale oţelului crom-molibden slab aliat prin tratamentul în afara cuptorului, p. 25 — Eficienţa suflării cu argon a oţelului pentru şine prin canalul închizătorului cu sertar, p. 27 — Îmbunătăţirea calităţii oţelului pentru ţevi prin suflarea cu azot în oală prin închizătorul cu sertar, p. 29 — Microalierea complexă a oţelului în oală cu microaliaje cu conţinut de niobiu, p. 30 — Automatizarea funcţionării maşinilor de turnare continuă a semifabricatelor la combinatul metalurgic Rachesk, Finlanda, p. 31 — Elaborarea feromanganului cu conţinut ridicat de carbon prin utilizarea concentratelor din amestecuri de minereu, p. 34 — Stabilizarea compoziţiei chimice a şarjelor de feronichel granulat, p. 36 — Îmbunătăţirea proprietăţilor de comportare a tablelor groase obţinute prin tehnologia asimetrică, p. 41 — Sistem automatizat de răcire a rulourilor din benzi răcite la cald, p. 44 — Noutăţi în domeniul producţiei de profile pentru pene, p. 46 — Perfecţionarea calibrării cilindrilor şi a regimurilor de laminare a profilelor de benzi, p. 47 — Dispozitiv pentru răcirea semifabricatelor, p. 49 — Intensificarea schimbului de căldură şi micşorarea gradului de oxidare şi decarburare a oţelului în cuptoare cu trecere continuă, p. 50 — Studierea tehnologiei de obţinere a ţevilor laminate la cald cu diametru mic, p. 53 — Perfecţionarea producţiei şi îmbunătăţirea calităţii materialelor de sudură, p. 55 — Tratamentul termomecanic al benzilor din oţel în fluxul laminorului, p. 58 — Alegerea parametrilor tehnologici ai elaborării oţelului microaliat de matriţat cu rezistenţă înaltă, p. 62 — Îmbunătăţirea calităţii laminatului în condiţiile deformării la temperaturi scăzute de încălzire, p. 65 — Calitatea oţelului de cementare 16HG NAFA pentru agregatele Diesel energetice, p. 68 — Perfecţionarea tehnologiei de fabricaţie şi a calităţii ţevilor din aliaj 36NHT, p. 70 — Fragilitatea acidă a aliajului 80HMW-VI, p. 73 — Proprietăţile materialului pulverulent din sistemul Fa—C—V, p. 75 — Experienţa introducerii sistemului automatizat de conducere a producţiei „Zakaz" la uzina metalurgică din Moldova, p. 78 — Căptuşeală rezistentă la abraziune şi la gaze în cicloane, p. 80 — Căi de îmbunătăţire a calităţii pachetelor, p. 82 — Strategii moderne şi standarde de protecţie a mediului înconjurător în S.U.A., p. 84 — Perfecţionarea funcţionării termice a cuptoarelor rotative pentru prăjire, p. 88.

STAL, U.R.S.S., 1991, nr. 12

— Utilizarea complexă a gazelor naturale în metalurgie, p. 34 — Elaborarea şi asimilarea tehnologiei de elaborare a fontei de afinare cu conţinut scăzut de sulf în condiţiile zonei de sud a U.R.S.S., p. 7 — Alimentarea individuală cu oxigen tehnologic în creuzetul furnalului, p. 12 — Fabricarea unor produse de metal prin turnarea orizontală continuă bilaterală, p. 16 — Corectarea conţinutului de titan în limite înguste pe maşinile de turnare continuă la elaborarea oţelului pentru ţevi, p. 18 — Solidificarea sleburilor subţiri la turnarea continuă orizontală, p. 19 — Agitarea electromagnetică prin conductibilitate la turnarea continuă a sleburilor, p. 21 — Înălţimea căderii jetului de metal la vidarea în flux în cadrul procesului de turnare continuă, p. 24 — Îmbunătăţirea calităţii oţelului electric prin protecţia jetului de metal la turnarea continuă, p. 26 — Oxidarea ferosiliciului la încălzire, p. 28 — Sistem automatizat de măsurare şi croire a laminatului pe bluming, p. 33 — Tehnologie nouă şi utilaje pentru fabricarea benzilor cinescopice, p. 36 — Tablă subţire cu niveluri diferite de plasticitate şi de rezistenţă la matriţarea la rece, p. 42 — Studierea cauzelor de formare a impurităţilor pe suprafaţa tablei cositorite electric, p. 45 — Un nou procedeu de laminare în sistemul rombpătrat în cajele cu trei cilindri, p. 47 — Prognozarea duratei de încălzire a lingourilor în cuptoare adînci de încălzire, p. 49 — Concepţia unui agregat de laminare a ţevilor de mici dimensiuni, p. 52 — Regimuri optime de zincare la cald a pieselor din oţeluri cu conţinut de siliciu pentru construcţii, p. 54 — Tehnologia de fabricare a sîrmei din oţeluri cu conţinut scăzut de carbon, p. 56 — Unele probleme ale îmbunătăţirii proprietăţilor oţelurilor obişnuite prin tratamentul termomecanic la temperaturi înalte, p. 58 — Încercarea oţelului 32G2F pentru ţevile de tubaj de înaltă rezistenţă, p. 60 — Fonte cu conţinut ridicat de crom pentru cilindri de laminor, p. 63 — Influenţa compoziţiei chimice a oţelului R6M5 asupra plasticităţii şi caracteristicilor de calitate ale suprafeţei pieselor, p. 66 — Analiza geometriei şi a calităţii suprafeţei benzii călite rapid, p. 68 — Probleme ale realizării produselor de metal în cazul trecerii la economia de piaţă, p. 72 — Stabilirea preţurilor la laminatele din metal de calitate superioară, p. 75 — Căi de utilizare complexă a căldurii cu potenţial scăzut în întreprinderile siderurgice, p. 77 — Aspectele tehnologice ale micşorării emanaţiilor nocive la fabricarea aglomeratului, p. 80.

STAL, U.R.S.S., 1991, nr. 7

— Propuneri privind construcţia unei fabrici noi de aglomerare la Combinatul metalurgic Makeevsk, p. 3 — Optimizarea compoziţiei încărcăturii pentru elaborarea fontei cu vanadiu, p. 5 — Funcţionarea dispozitivului centralizat de acţionare hidraulică a supapelor cauperelor furnalelor, p. 8 — Încercări la scară industrială ale procesului de afinare a cuprului din topiturile de fier-carbon, p. 15 — Probleme de îndepărtare din oţel a impurităţilor de metale neferoase şi căile posibile de soluţionare a acestora, p. 16 — Conţinutul de cupru din oţel şi problemele îndepărtării acestuia, p. 18 — Influenţa metalelor neferoase asupra calităţii oţelului pentru ţevi, p. 23 — Tratamentul oţelului cu reactivi endotermici, p. 25 — Metodă de calcul al normelor de consum al energiei electrice la elaborarea oţelului de convertizor, p. 27 — Experienţa exploatării duzelor executate prin metoda presării, p. 29 — Fabricarea de lingouri cu diametrul de 500 mm, a aliajelor refractare prin metoda retopirii electrice sub vid, p. 32 — Instalaţii pentru elaborarea oţelului cu conţinut ridicat de azot, p. 34 — Studierea vitezei şi caracterului de repartizare a încărcăturii materialelor la elaborarea aliajelor de mangan în cuptoare electrice închise de prelucrare termică a minereurilor, p. 37 — Influenţa condiţiilor de încălzire a lingourilor în cuptoare adînci asupra parametrilor laminatului şi capetelor tăiate de sleburi, p. 41 — Asimilarea laminării profilelor speciale pentru grinzile autoîncărcătoarelor de ghidaj, p. 44 — Rolul rugozităţii suprafeţei benzii cinescopice la executarea măştilor aperturilor de umbrire, p. 47. — Metoda prelucrării rezultatelor încercărilor pe plastometrul torsional la modelarea procesului de laminare controlată, p. 49.

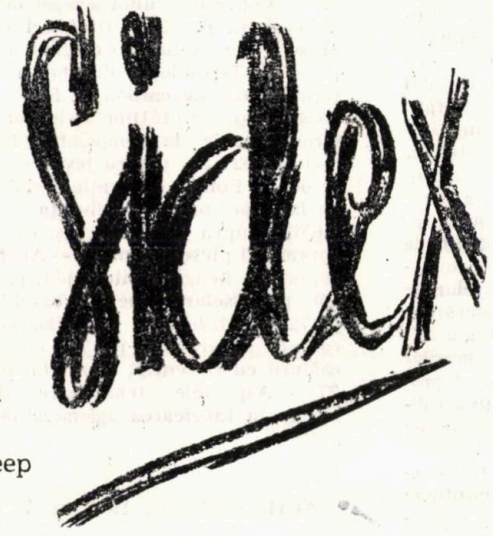
La realizarea revistei: au mai colaborat: Dipl. univ. Diana Bogdan, ing. S. Florea, Ioana Kuglay şi Rodica Roşu

SIDEX — Iron and Steel Complex of Galatz

manufactures and exports for you

Hot Rolled Flat Products

- Ordinary steel strips and plates for constructions
- Fine grained steel strips and plates for welded constructions
- Atmospheric corrosion resistant steel strips and plates
- Shipbuilding steel plates
- High quality carbon steel strips and plates for machine building
- Steel plates for boilers and pressure vessels
- Steel strips and plates for cold bending and deep drawing
- Steel strips and plates for side bars and other parts with small bending radius
- Steel plates for mining equipment
- Stainless steel strips and plates and refractory steel for nuclear and aeronautical industry
- Steel strips and plates for automobile rims



Steel Semi-products

- Continuous cast or rolled slabs
- Continuous cast blooms
- Rolled billets

Coke-chemical products
Blast furnace coke

- Ferro-alloys coke
- Fine coke
- Coke-chemical ammonia sulphate
- Concentrated ammonia water
- Coal tar
- Technical ammonia
- Aromatic fractions
- Coke plant technic sulphur
- Pit coal tar
- Pit coal creosote for carbon black
- Coke-chemical absorption oil
- Phenolic fraction
- Crude anthracene
- Naphthalene
- Technical ferric sulphate
- Bitum

Cold Rolled Sheet

- Thin steel strips and sheets for cold formed shapes and welded pipes
- Sheets and strips for deep drawing
- Steel sheets and strips for car industry and sheets

Other Products

- Liquid and gas oxygen
- Liquid and gas nitrogen
- Liquid and gas argon
- Granulated blast-furnace slag
- Non-iron slag

GALATZ
1, SIDERURGIŞTILOR STREET
COD 6200
Tel.: 934/30 004;
30 109
TELEX: 51.257;
51.312

COMBINATUL SIDERURGIC GALAȚI * SIDEX * ROMANIA

A life experience on the steel market and many friends in the steel business!

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1883 ORSZÁGOS SZÉCHÉNYI

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

COMBINATUL SIDERURGIC
SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiştilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

(250,00)

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşita, Tirgovişte, Călăraşi and Cimpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşita, Tirgovişte, Călăraşi şi Cimpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service in domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru tevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, ingustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru materal rulant
— tablă din otel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă lamînată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E3280

METALURGIA

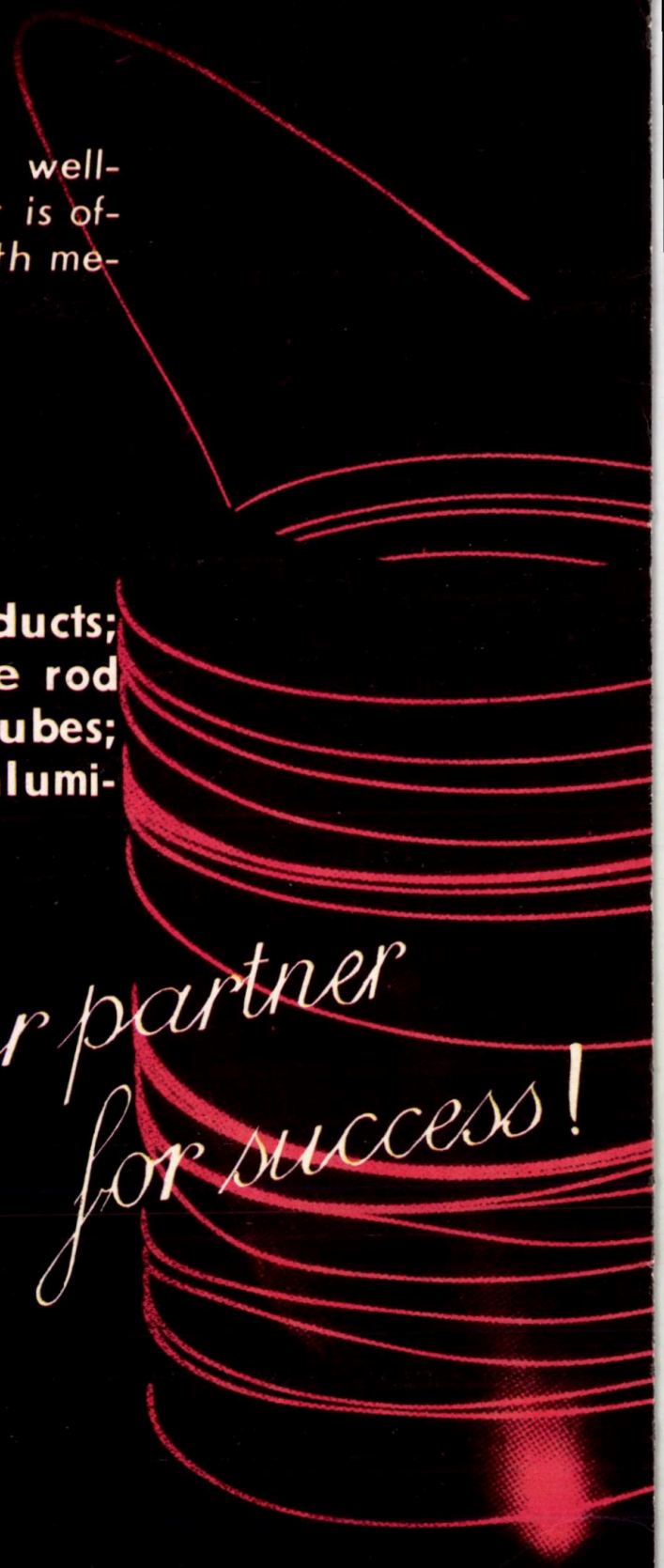
Nr.7/92

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**



Make us your partner for success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

ROMDATA S.R.L.

Vă oferă:

- *Informații despre bonitatea partenerilor de afaceri din țară și din străinătate;*
- *Activități de incasso (încasarea datoriilor);*
- *Studii de evaluare a patrimoniului;*
- *Studii de marketing și fezabilitate;*
- *Consultanță de parteneriat.*

Așteptăm să ne contactați la adresa noastră din:

București, str. George Călinescu, nr. 20, sector 1

sau la:

Tel.: 90/79 58 50

Tel/Fax: 90/12 76 86

Str. Metalurgiştilor nr. 16, Nădrag,
jud. Timiş, cod 1822 – ROMÂNIA
Telefon 963/15 77 9; 15 48 7; telex 79 23 0
Cont virament: 30.15.00·101 B.C.R.
Filiala Lugoj; cod SIRUES 0.777.251

SOCIETATEA COMERCIALĂ

„CIOCANUL" S. A. NĂDRAG

Vă oferă pe bază de comenzi

Tablă neagră laminată la cald de lăţime 200—750 mm, lungime 500—2000 mm, grosime 0,30—2 mm, plană şi ondulată;

Tablă zincată de lăţime 600—1000 mm, lungime 1000—20000 mm, grosime 0,40—1,20 mm, plană şi ondulată;

Tablă plumbuită cu rezistenţă la rupere de 270—540 N/mm² şi alungire minimă 26—36%;

Lanţuri miniere clasa B 14×50 mm (sarcina de deformare 150 KN) şi clasa C 18×64 mm (sarcina de deformare 250 KN);

Lanţuri industriale ∅5—∅18 mm;

Lanţuri pentru prinderea sarcinilor;

Piese turnate din fontă (10—3500 kg);

Piese turnate din oţel (100—5000 kg);

Piese turnate din metale neferoase: bronzuri, alame, aluminiu cu greutate maximă de 800 kg;

Masini de gătit „VESTA" cu dimensiunile de 600×1000×780 mm, cu burlan de ∅120 mm;

Sobe de încălzit „VESTA 3A" cu dimensiunile 380×575×902 mm şi burlane şi coturi de∅112 şi ∅120 mm;

Caiele de formă NF, mărime 6,5 mm;

Găleţi negre şi zincate de mărimea: ∅26, 28, 30, 32 mm (8, 10, 12 şi 15 litri);

Jgheaburi şi burlane de diferite dimensiuni.

Hot rolled black sheet, width 200—750 mm, length 500—2000 mm, thickness 0.30—2 mm (flat and corrugated);

Zinc plated sheet, width 600—1000 mm, length 1000—20000 mm, thickness 0.40—1.20 mm (flat and corrugated);

Lead plated sheet, having a tensile strength of 270—540 N/mm² and a minimum elongation of 26—36%;

Class B mine chains, 14×50 mm (distortion load of 150 KN) and class C 18×64 mm (distortion load of 250 KN);

Industrial chains ∅5—∅18 mm;

Chains to pick up loads;

Iron castings (10—3500 kg);

Steel castings (100—5000 kg);

Non ferrous castings: bronze, brass, aluminium, with maximum weight of 800 kg;

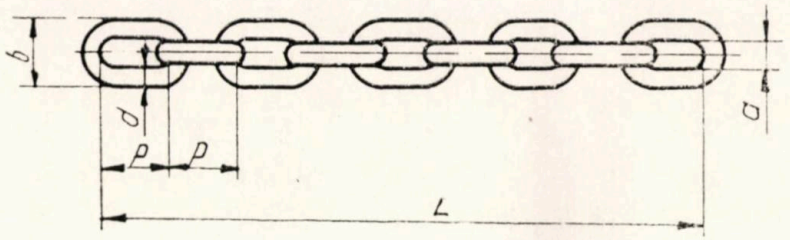
"VESTA" cooking machines, 600×1000×780 mm, with stove pipe of ∅120 mm;

"VESTA 3A" heating stoves, 380×575×902 mm and elbows of ∅112 and ∅120 mm;

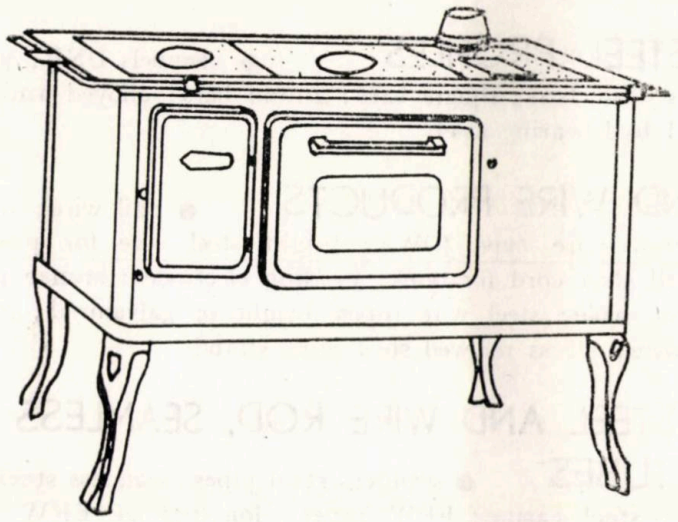
NF shaped horse nails of 6.5 mm;

Black and zinc coated buckets: ∅26, 28, 30, 32 mm (8, 10, 12 and 15 liters respectively);

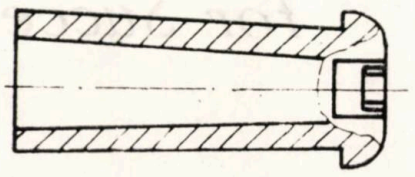
Troughs and stove pipes of different sizes.



ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1683



LINGOTIERE
N.T.R. 204/1-78



Str. Metalurgiştilor
nr. 16, Nădrag,
Timiş, cod 1822 — ROMÂNIA
Telefon 963/15 77 9; 15 48 7;
Telex 79 23 0
Cont virament: 30.15.00.101
B.C.R. — filiala Lugoj
Cod SIRUES 0.777.251

metalexportimport

BUCHAREST – ROMANIA ○ 21 – 25, D.I. MENDELEEV ST. ○ TEL.: 59.68.25. ○ TELEX: 11515 metal r

FLAT PRODUCTS ● hot rolled steel plates; cold rolled steel sheet; galvanized steel sheets; cold rolled non-oriented grain silicon steel strip

HOT ROLLED STEEL PROFILES ● channels UNP; joists INP; equal angles; unequal angles; flat bars; square bars; round bars; alloyed and high speed tool steel; hot rolled round ball-bearing steel

STEEL WIRE AND WIRE PRODUCTS ● nail wire; welding electrodes wire; galvanized barbed wire type JOWA; bright steel wire for prestressed concrete (PC wire); brass plated steel cord for tyres; welding electrodes; bronze plated steel wire; stud link anchor chain cable; steel wire ropes, bright or galvanized; round wire nails; soft galvanized steel wire; stress relieved steel wire strands

REINFORCING STEEL AND WIRE ROD, SEAMLESS AND WELDED TUBES ● seamless steel pipes; seamless steel plain end line pipe; seamless steel casing; ERW pipes; longitudinal ERW pipes; cold formed profiles; cold formed profiles from hot rolled steel strip

ALUMINIUM INGOTS AND ALUMINIUM PRODUCTS
● sheets; foils; square; round; hexagonal bars, tubes, extruded profiles

Make Us Your Partner
for Success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMANIA

...for Success!

...for Success!

METALURGIA

REVISTĂ EDITATĂ DE „SIDEROM" S. A.

7
1992
IULIE

cuprins

Panaitescu, Cornelia, Barca, F. și Bumbac, Gh. : **Posibilități de modelare a procesului de pirogenare a cărbunilor** 7

Semenescu, A. și Pivniceru, R. : **Procedee noi de preîncălzire a aerului pentru furnalele moderne** 13

Rizescu, C. : **Adîncimea zonei de reacție la insuflarea oxigenului în baia metalică** 18

Apa, L. : **Contribuții la studiul activității și solubilității carbonului în aliaje feroase** 26

Nicolae, Maria, Rusu, E., Constantin, N., Geantă, V. și Socolitu, D. : **Cercetările privind rafinarea siliciului tehnic** 31

Maerean, N. : **Indreptarea tablelor prin întindere stretcher pentru aluminiu** 34

Coșmeleață, Georgeta, Marian, M., Bane, M. și Coșmeleață, N. : **Susceptibilitatea la deformare a unor oțeluri tratate termic** 39

Sofroni, L., Schönberger, Fr., Bratu, C. și Ștefănescu, Fl. : **Cercetări privind turnarea cilindrilor bimetalici de laminor prin procedeul duplex în forme combinate cu miez glisnt depresurizat** 42

Cojocaru, V. : **Cercetări privind o tehnologie de obținere în cantitate mică a fontei cu grafit nodular** 46

Ciobanu, I. și Crișan, A. : **Aspecte privind fluiditatea de turnare în rețelele de turnare cu canal de distribuție în trepte** 48

REVISTA REVISTELOR: 37

COLEGIUL DE REDACȚIE
(în ordine alfabetică):

VICTOR BERTALAN, MARIN BIVOLARU, GHEORGHE BUJGOI, ION CHIOSE, TOADER DUMITRACHE, ALEXANDRU FLOREA, EMIL FLORIAN, LADISLAU FRUMOSU, OCTAVIAN GRĂMADĂ, RADU HANGA, GHEORGHE LEPĂDATU, ȘTEFAN MĂRGINEANU, VIOREL MUNTEANU, PETRE NEDELESCU, ALEXANDRU ORZAȚĂ, VASILE PARPALĂ, NICOLAE PÎRVAN, ION PRISECARU, GELU CONSTANTIN RADU, BUJOR ROȘCA, SILVIU SAMOILESCU, EUGEN SANDU, IOAN FLORENTIN SANDU, COSTIN SCORȚEA, LAURENTIE SOFRONI, HORAȚIU VODĂ, LAURENȚIU ZAMFIR

Redactor responsabil : prof. dr. ing. L. SOFRONI

Șef CIDMET : ing. Brândușa Florentina Scorțea

Redactor : dipl. univ. ELENA PÂRVU

Redacția și administrația : București, str. Mendeleev, nr. 21-25, sector 1, cod 70 168, telefon 59 49 90.

Instituțiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SBM. Costul unui abonament: lei 3.000 anual. Costul unui exemplar: **lei 250.**

Tiparul : S. C. „UNIVERSUL" S. A., str. Brezoianu nr. 23—25, București • c. 3564

contents

DC : 662.6

Panaitescu, Cornelia, Barca, F. and Bumbac, Gh. : **Modelling possibilities for coal pyrogenation process**

For the development of a mathematical model to reflect the amount of physical and chemical changes specific to coal pyrogenation processes, the first step is the study of chemical kinetics involved in it. The paper discusses the investigations and tests made by authors, the information obtained and its processing to develop a model section.

Metalurgia 44 (1992), no. 7, p. 7—12

DC : 661.162.267.4

Semenescu, A. and Pivniceru, R. : **New air heating techniques for modern blast-furnaces**

The paper puts forward solutions to heat at high temperatures the blast furnace air, preheating being the most important. This is achieved by using lean gas instead of biogas. A solution is thus found for the problem of high quality gas fuel needed by steel mills.

Metalurgia 44 (1992), no. 7, p. 13—17

DC : 669.184.144.6

Rizescu, C. : **Depth of molten steel oxygen blowing reaction area (II)**

The main technological relations for finding the depth of molten steel oxygen blowing reaction area are presented and analysed. It is concluded that for technological aims in, order to improve the oxygen blowing into molten steel, the Flinn reaction should be used.

Metalurgia 44 (1992), no. 7. p. 18—25

DC : 669.11.669.784

Apa, L. : **Investigations on carbon activity and solubility in ferrous alloys**

Interaction parameters are analysed and computed for Fe—C—X—type alloys for 12 alloying elements and are used to find carbon solubility in those alloys. The fact that the calculated values agree with experimental data, confirms the validity of the chosen parameters and implemented method.

Metalurgia 44 (1992), no. 7, p. 26—30

DC : 546.28 : 669.054

Nicolae, Maria, Rusu, E., Constantin, N., Geantă, V. and Socotitu, D. : **Investigations on technical silicon refining**

Production of high purity technical silicon (inclusions 1,5%) from common quartzites with 0.98—0.99 %SiO content, in pusher-type electric furnaces. For this reason the produced technical silicon must undergo refining operations.

The refining with technical oxygen and natrium chloride was studied on batches of 24 charges each.

The results led to the conclusion that the refining using gaseous oxygen is more advantageous and the fraction of inclusions removed is more than double than when NaCl was used.

Metalurgia 44 (1992), no. 7, p. 31—33

DC : 669.686.5

Muerean, N. : **Aluminium plate straightening using a stretcher**

The paper covers :

— consideration on the plates resulted from the hot rolling on the conventional rolling mills.

— theoretical basis of plate stretching.

— description of the plate stretching units.

Metalurgia 44 (1992), no. 7. p. 34—38

DC : 539.374

Coşmeleaţă, Georgeta, Marin, M., Bane M. and Coşmeleaţă, N. : **Deformation susceptibility of certain steels**

The paper shows the results of experimental research on deformation susceptibility of certain steels (construction, ball-bearing and high speed steels) and the factors influencing it.

Metalurgia 44 (1992), no. 7, p. 39—41

DC : 621.746 : 661.22

Sofroni, L., Schönberger, Fr., Bratu, C. and Stefănescu, Fl. : **Investigations on casting of bimetal roll cylinders using the duplex technique in combined moulds with depressurized gliding core**

Metalurgia 44 (1992), no. 7, p. 42—45

DC : 669.131.622

Cojocaru, V. : **Investigations on the technology of making small amounts of nodular cast iron**

The nodular cast iron is made in small quantities by dipping in liquid cast iron (ladle) a device consisting of a ceramic tube provided with holes, in which the Mg-base inoculant is introduced.

The liquid cast iron penetrates through the holes of the tube and produces the evaporation of Mg which is uniformy spread in the cast iron melt, thus achieving a uniform and advanced inoculation.

Metalurgia 44 (1992), no. 7, p. 46—47

DC : 621.746.4

Ciobanu, I. and Crişan, A. : **Castability problems in stepped runner gating systems**

The authors discuss the experimental results regarding castability in four-gates, stepped runner gating systems.

The removal of the last reduced section of the runner leads to a uniform castability in the four gates and to a fall in average castability.

Metalurgia 44 (1992), no. 7, p.

POSIBILITĂȚI DE MODELARE A PROCESULUI DE PIROGENARE A CĂRBUNILOR

Prof. dr. ing. CORNELIA PANAITESCU
Prof. dr. ing. F. BARCA
INSTITUTUL POLITEHNIC BUCUREȘTI
Ing. GH. BUMBAC
IPROCHIM – BUCUREȘTI

C Z : 662.6

Încercări preliminare în vederea stabilirii parametrilor cinetici ai procesului termochimic. Degazarea și relația dintre compozițiile fazelor sistemului

Procesul de cocsificare clasică, prin caracteristicile lui specifice care țin atît de materia primă cît și de tehnologie, este deosebit de complex. Deși face parte din categoria proceselor conduse pe baza experienței teoretice și practice acumulate în timp, s-au efectuat, totuși, și în acest caz, pe parcursul ultimelor decenii, cercetări care au urmărit stabilirea de relații matematice între parametrii săi determinanți cu valabilitate cît mai generală, în vederea aprofundării cunoașterii și controlării lui.

Un stadiu important în dezvoltarea proceselor termochimice de conversie a cărbunilor în cocs îl constituie producerea și degajarea de materii volatile (gazul brut al pirogenării). În multe cazuri, viteza evoluției procesului și compoziția acestor produse (la un moment dat în funcție de alura termică) trebuie să fie cunoscute atît din punctul de vedere al informațiilor asupra desfășurării proceselor, cît și, în special, datorită influenței lor asupra proprietăților fizico-chimice și fizico-mecanice ale reziduului solid.

În cadrul pirogenării cărbunilor, în cuptorul clasic au loc, succesiv și concomitent , fenomene de:

— cracare termică, cu ruperea legăturilor dintre macromolecule (punți) și reacțiile cu hidrogenul (alifatic sau hidroaromatic);

— interacțiuni ale produselor primare, cu formare de materii volatile și semicocs;

— degazare secundară, polimerizări și recondensări, cu formare de cocs.

Aceste fenomene cuprind procese continue, specifice, de transfer de masă și căldură, care influențează desfășurarea reacțiilor și distribuția chimico-moleculară dintre produșii solizi, lichizi și gazoși.

Au fost elaborate o serie de modele ale conformației chimico-structurale macromoleculare a huilelor, pe baza cărora s-au dezvoltat teoriile asupra procesului de aglutinare-cocsificare [1], [2]. Unele dintre cele mai interesante concepții referitoare la structura macromoleculară a cărbunilor au stat la baza caracterizării, pe calea modelării matematice, a principalelor procese care controlează formarea și eliberarea materiilor volatile și a reziduului solid, în timpul pirolizei cărbunilor.

Modelele propuse de diferiți autori variază în funcție de chimismul considerat pentru descompunerea termică macromoleculară și pentru reacțiile ulterioare, de recombinări și polimerizări. O parte din aceste modele se axează pe aspectele calitative (în special cele ale cocsului obținut în diferitele variante de procesare) în scopul găsirii căii optime de urmat. Alte modele consideră aspectele cantitative, măsurabile în regim dinamic, în strînsă legătură cu cele calitative, cu intenția de a găsi modalități de control automatizat al fenomenelor care au loc în cuptorul de cocsificare. În acest context sînt cunoscute următoarele modele și teorii:

— teoria termobitumenului, cu cinetica descompunerii pirogenetice — Kevelen [1];

— teoriile cercetătorilor Berkowitz ș.a. [3], Sauberg ș.a. [4] și Solomon [5], care au conceput scheme de reacții secvențiale în serie și paralele, pentru descompunerea cărbunilor și formarea produselor de reacție; unele se referă la diferitele specii individuale de materii volatile, diferențiate după valorile energiilor de activare specifice, iar altele realizează studii de cinetică, fără însă a considera compoziția volatilelor;

— teoria percolației, modelul DISRAY — Niksa și Kerstein [6];

— teoria percolației și devolatilizării — Grant [7];

— teoria depolimerizării, volatilizării și legării încrucișate, Solomon [5], combinată ulterior cu aceea a grupelor funcționale.

Aceste teorii au la bază investigații asupra procesului de pirogenare, datele prelucrate statistic, furnizînd scheme de rețele geometrice probabile care au fost combinate cu prezumții de ordin compozițional și de transfer de masă

și termic, verificate ulterior. Cu toate că au fost puse în evidență o serie de avantaje, modelele elaborate au, totuși, limite restrînse de aplicabilitate.

O tentativă de modelare foarte interesantă este propusă de Meerick [9]. Aceasta cuprinde trei module :

— modulul de descriere cantitativă a evoluției volatilelor în timpul procesului ;

— modulul de calcul al proprietăților fizice și de transfer ale fazelor ;

— modulul pentru reproducerea, în regim dinamic, a procesului.

Condiții de dezvoltare a modelului matematic

Avînd la bază multiplele rezultate acumulate prin lucrări anterioare în domeniul pirogenării cărbunilor [10], [11], precum și unele date asupra modelării matematice de proces asistate de calculator [12], [14] ,cercetările și experimentele efectuate de autori, în vederea realizării unui model pentru procesul complex al pirogenării, folosesc o structurare formală, sugerată de modelul Meerick. Aspectele de fond țin de experiența proprie, iar o parte din datele experimentale, cu care s-a testat modelul, reprezintă rodul colaborării cu specialiști ai analiticii în domeniu*.

S-a avut în vedere, în primul rînd, procesul formării și degajării materiilor volatile în intervalul termic 350—550°C, esențial și pentru fenomenele termochimice și fizice de alcătuire a structurii reziduului solid. Deoarece cantitatea și compoziția produselor volatile sînt în legătură directă cu celelalte faze din sistemul impus pirogenării (la orice moment pe parcursul evoluției acestuia), s-a exprimat ceea ce se întîmplă în sistem, din punct de vedere termochimic, în funcție de transformările suferite de produsul volatil. Această legătură este interesantă, cunoscut fiind faptul că la funcționarea în regim dinamic a unui cuptor de pirogenare, unele sonde de investigare, montate în zona de degajare a gazelor, pot oferi informații referitoare la caracteristicile acestora. Astfel, există posibilitatea controlării și conducerii automatizate a procesului, conform unui drum de operare care se dovedește cel mai bun din punctul de vedere al calității produselor obținute.

Lucrarea de față prezintă rezultatele preocupărilor noastre în vederea realizării unui modul al modelului matematic reprezentînd cinetica procesului termochimic de cocsificare, cinetică exprimată de viteza de evoluție a volatilelor în timp. Acest prim modul stabilește legătura dintre cantitățile și compoziția fazelor, pe de o parte, configurația chimico-structurală a materiei prime și alura termică a procesului, pe de altă parte.

Considerații asupra caracteristicilor modulului și prezentarea lui

Modelul matematic al cineticii procesului, din care face parte acest modul, trebuie să satisfacă următoarele cerințe :

— să stabilească cinetica procesului de cocsificare ;

— să fie definit exclusiv în termenii componentelor chimice din fazele sistemului, identificabile experimental prin mărimi măsurabile ; se asigură astfel obținerea parametrilor de sistem ai modelului ;

— toate componentele semnificative ale produselor volatile să fie incluse în model, astfel încît schimbările în masa și compoziția acestora să poată fi puse în legătură cu schimbările de masă și de compoziție ale produsului solid, pe baza bilanțului masic elementar ;

— parametrii de sistem ai modelului să permită extrapolarea acestuia pe cărbuni dintr-o gamă largă de carbonificare.

În acest scop, este necesar să se stabilească, de la început, răspunsuri la următoarele întrebări : Care sînt variabilele sale (dependente sau independente) ? Care sînt parametrii de sistem și de operare ? Dacă sînt cunoscuți ? Dacă nu sînt cunoscuți cum pot fi determinați ?

Fiind condiționați de natura sistemului fizic în care are loc procesul și de drumul urmat de el, acești parametri nu pot fi determinați decît pe cale experimentală. În mod normal, se impune punerea la punct a unui program experimental, pregătit cu rigurozitate din timp, și verificarea modelului obținut cu stabilirea limitelor de utilizare.

Modulul matematic, la rîndul său, trebuie să conțină :

— o secțiune specifică, cu ecuațiile cinetice ale evoluției volatilelor ;

— o secțiune care cuprinde relațiile de legătură dintre evoluția masei și a compoziției volatilelor și aceea a fazei solide coexistente în sistem.

Pe parcursul desfășurării procesului, produsele acestuia, variabile în funcție de profilul de temperatură, sînt reprezentate în modul de trei faze :

— faza solidă : semicocsul sau cocsul, cu compozițiile elementare specifice ;

— faza lichidă : gudronul anhidru, cu o anumită compoziție elementară ;

— faza gazoasă, formată din constituenții : CO_2, CO, $C_8H_{18} \cdot H_2$, CH_4, N_2, H_2S și vaporii de apă ; dacă pirogenarea decurge la temperaturi mai mari de 550°C. N_2 se înlocuiește cu NH_3,

* Laboratorul de pirogenare a cărbunilor — I.C.P.E.T. Laboratorul de analiză cromatografică — ICECHIM.

Pentru asigurarea unei descrieri corespunzătoare a evoluției sistemului este necesară cunoașterea, pe lîngă gudron, a unui număr minim de constituenți ai fazei gazoase, importanți atît cantitativ cît și calitativ. De aceea, hidrocarburile superioare metanului, cu excepția octanului, au fost transformate în metan echivalent, compușii cu azot de la temperaturi mai mari de 550°C au fost asimilați cu amoniac echivalent, iar compușii sultului au fost convertiți în hidrogen sulfurat echivalent.

Rezultate experimentale și discuții

Lucrările noastre de experimentare și modelare, aflate în curs de dezvoltare, s-au axat, pînă în acest moment, pe elaborarea unei secțiuni a modelului, respectiv elaborarea unui modul în care se pune în evidență legătura dintre evoluția volatilelor și a celorlalte faze din sistem, obținute experimental, pentru trei cărbuni de rang și tip diferit în condiții similare de procesare. Ele servesc, de asemenea, la verificarea și, eventual, la corectarea modulului. În momentul în care acest modul este pus la punct el folosește la stabilirea speciilor care apar la procesarea în regim dinamic și care se determină mai greu experimental, necesitînd un volum foarte mare de analize.

Notațiile pentru termenii folosiți în ecuațiile modulului redat în continuarea lucrării sînt :

— randamentele, la masă combustibilă, ale produselor pirogenării, din sistemul aflat la un anumit moment, cu o anumită temperatură : S, G, V, H în ordine, pentru semicocs, gudron, gaze și apa pirogenetică condensată ;

— fracțiile masice (masă component raportată la masa combustibilă a cărbunelui inițial) pentru elementele carbon, hidrogen, oxigen, azot și sulf din compozițiile elementare ale cărbunelui b_i, a semicocsului x_i și a gudronului y_i, cu $i = 1 \ldots 5$, sînt notate (în ordine) cu : b_1, b_2, b_3, b_4 și b_5 ;

— fracțiile masice ale constituenților fazei gazoase : g_j, $j = 1 \ldots 8$, pentru speciile (in ordine) : CO_2, CO, H_2, CH_4, C_8H_{18}, N_2, H_2S, H_2O.

Se alcătuiește bilanțul masic elementar :

— ecuația carbonului :

$$0{,}2727 \cdot g_1 + 0{,}4286 \cdot g_2 + 0{,}75 \cdot g_4 + 0{,}8421 \cdot g_5 + G \cdot y_1 + S \cdot x_1 = b_1 \quad (1)$$

— ecuația hidrogenului :

$$g_3 + 0{,}25 \cdot g_4 + 0{,}1579 \cdot g_5 + 0{,}0588 \cdot g_7 + 0{,}1111 \cdot g_8 + G \cdot y_2 + S \cdot x_2 + H \cdot 0{,}111 = b_2 \quad (2)$$

— ecuația oxigenului :

$$0{,}7273 \cdot g_1 + 0{,}5714 \cdot g_2 + 0{,}8889 \cdot g_8 + G \cdot y_3 + S \cdot x_3 + H \cdot 0{,}8889 = b_3 \quad (3)$$

— ecuația azotului :

$$g_6 + G \cdot y_4 + S \cdot x_4 = b_4 \quad (4)$$

— ecuația sulfului :

$$0{,}9412 \cdot g_7 + G \cdot y_5 + S \cdot x_5 = b_5 \quad (5)$$

în care valorile numerice reprezintă fracția masică a elementului respectiv în specia j ;

— ecuația de bilanț masic total :

$$S = 1 - V - G - H \quad (6)$$

Pentru aflarea următoarelor ecuații se consideră că, la un moment dat, după analizarea gazului necondensabil în condiții ambiante, s-a ajuns la concluzia că metanul conține $f_1\%$ din hidrogenul elementar al masei combustibile inițiale, iar octanul conține $f_2\%$. Bineînțeles că valorile lui f_1 și f_2 sînt în funcție de momentul respectiv al analizei.

Rezultă ecuațiile :

$$-f_1 \cdot b_2 = 25 \cdot g_1 \quad (7)$$

$$-f_2 \cdot b_2 = 15{,}79 \cdot g_5 \quad (8)$$

De asemenea, la același moment, analiza duce la concluzia că $f_3\%$ din oxigenul elementar al cărbunelui se găsește în CO_2 din gaz, iar $f_4\%$ din același oxigen se află în CO. De aici rezultă ultimele două ecuații :

$$f_3 \cdot b_3 = 57{,}19 \cdot g_2 \quad (9)$$

$$f_4 \cdot b_3 = 72{,}73 \cdot g_1 \quad (10)$$

Prelucrarea celor zece ecuații ale sistemului, în vederea obținerii unei expresii matriceale a modulului de forma :

$$\| M \| \cdot | g | = | b |,$$

în care :

$\| M \|$ este matricea ale cărei elemente sînt reprezentate de coeficienții ecuațiilor ; $| g |$ — matricea coloană ale cărei elemente sînt masele speciilor din gazul necondensabil, masa gudronului și a semicocsului ; $| b |$ — matricea coloană, reprezentînd termenii membrului stîng al ecuațiilor, a condus la expresia finală, redată în figura 1.

$$
\begin{vmatrix}
0{,}2727 & 0{,}4286 & 0 & 0{,}7500 & 0{,}8421 & 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 \\
0 & 0 & 1 & 0{,}2500 & 0{,}1579 & 0 & 0{,}0588 & 0{,}1111 & y_2 & x_2 \\
0{,}7273 & 0{,}5714 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}8889 & y_3 & x_3 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & y_4 & x_4 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}9412 & 0 & y_5 & x_5 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{vmatrix}
\cdot
\begin{vmatrix} g_1 \\ g_2 \\ g_3 \\ g_4 \\ g_5 \\ g_6 \\ g_7 \\ g_8 \\ G \\ S \end{vmatrix}
=
\begin{vmatrix} b_1 \\ b_2\text{-}0{,}1111\ H \\ h_3\text{-}0{,}8889\ H \\ b_4 \\ b_5 \\ 1-V-H \\ f_1 b_2/25 \\ f_2 b_2/15,\ 79 \\ f_3 b_3/72,\ 73 \\ f_4 b_3/57,\ 14 \end{vmatrix}
$$

Fig. 1. Ecuația matriceală a modelului matematic
Fig. 1. The matrix equation of the mathematical model

Experimentările de laborator privind pirogenarea celor trei tipuri de huile s-au efectuat la temperatura de 550°C. S-a urmărit, pentru început, obținerea de date corespunzătoare intervalului termic cel mai reprezentativ, atît pentru dezvoltarea proceselor termochimice, cu degazarea principală, cît și pentru formarea scheletului de bază al reziduului solid. Datele obținute s-au folosit ca valori pentru parametrii de alcătuire a modulului.

Aparatura a constat dintr-o instalație tip Gray-King pentru pirogenare și captare a produselor volatile și un aparat VTI, pentru analiza gazelor.

Cărbunele, măcinat la dimensiunea de 1 mm, a fost încălzit cu o viteză de cca 3°C/min, pînă la temperatura maximă de 550°C. După atingerea acestei temperaturi aceasta s-a menținut încă 30 min după care s-a întrerupt încălzirea și a urmat răcirea.

Gudronul, apa și benzina s-au colectat separat ,gazele fiind captate direct în fiolele circulante pentru analize.

Caracteristicile de rang, chimico-tehnologice și petrografice ale cărbunilor sînt redate în tabelele 1 și 2, iar compoziția elementară, în tabelul 3. Se remarcă atît diferențele sensibile de rang, cărora le corespund indicii tehnologici respectivi, cît și diferențele de compoziție petrografică (LUB* față de Anina și Australia).

Tabelul 1

Rangul și caracteristicile chimico-tehnologice ale cărbunilor

Table 1

The rank and the chemico-technical properties of the coal

Caracteristicile / Cărbunele	Rangul, RmVi, %	W^a, %	A^{anh}, %	V^{mc}, %	Aglutinarea SI	Cocsificarea G—K
LUB *	0,696	3,05	11,30	40,71	$2^1/_2$	F—G
Anina	0,980	1,31	10,28	28,50	$3^1/_2$	G_1
Australia	1,220	0,87	10,70	20,82	4	G_2

Aceste caracteristici influențează modul de evoluție a fenomenelor în intervalul termic al stării plastice, degazarea și compoziția produselor.

* LUB — Lupeni, Uricani, Bărbăteni

Tabelul 2

Compoziția petrografică cantitativă a cărbunilor, % vol

Table 2

The petrographic composition of the coal, % vol

Cărbunele / Constituenții	LUB	Anina	Australia
Vitrinit :	80,0	62,3	70,0
— colinit	50,3	62,3	70,0
— telinit	15,6	—	—
— desmocolinit	14,1	—	—
Exinit (rezinit în telinit)	12,0 (2,5)	3,5 —	— —
Inertinit :	0,4	29,7	23,4
— semifuzinit	0,2	21,2	18,1
— fuzinit	0,1	4,5	1,7
— macrinit + micrinit	—	1,5	0,5
— inertodetrinit	0,1	0,5	3,1
Totalul materialului organic	92,4	95,5	93,4
Mineralele argiloase	5,5	4,0	5,8
Pirita	2,1	0,5	0,8
Totalul materialului mineral	7,6	4,5	6,6
Total	100,00	100,00	100,00

Tabelul 3

Compoziția elementară a cărbunilor, $\%^{mc}_{gr}$

Table 3

Elementay compositionr of the coal, $\%^{daf}_{wt}$

Elementele / Cărbunele	C	H	O	N	S
LUB	78,91	6,09	12,03	1,37	2,60
Anina	83,80	4,80	9,60	1,30	0,50
Australia	87,50	3,54	7,00	1,20	0,76

Randamentele de pirogenare și compozițiile elementare ale produselor sînt redate în tabelele 4—7. Ele sînt în concordanță cu rangul și compoziția petrografică a cărbunilor. Se constată, astfel, valori maxime pentru randamentul în semicocs și minime pentru produsele volatile (gudron și gaze) la huilele din Australia. În compoziția gazelor apare, de asemenea, un procent ridicat de hidrogen. Aceasta se datorește cumulării efectului rangului cu cel al conținutului de inertinit.

Tabelul 4

Randamentele de pirogenare, % $\frac{mc}{gr}$

Table 4

The pyrogenation yields, % $\frac{wt}{daf}$

Produsele / Cărbunele	Semicocs	Gudron	Gaze* (dif)
LUB	62,5	13,0	24,51
Anina	71,0	11,0	18,0
Australia	84,0	7,0	9,0

* inclusiv apă condensabilă

Tabelul 5

Compoziția elementară a semicocsului, % $\frac{mc}{gr}$

Table 5

Elementary composition of semicoke, % $\frac{daf}{wt}$

Elementele / Cărbunele	C	H	O	N	S
LUB	88,74	2,77	4,15	1,83	2,51
Anina	91,95	1,94	4,00	1,64	0,47
Australia	92,74	1,59	3,59	1,27	0,81

Tabelul 6

Compoziția elementară a gudronului, % $\frac{mc}{gr}$

Table 6

Elementary composition of the tar, % $\frac{daf}{wt}$

Elementele / Gudronul Cărbunele	C	H	O	N	S
LUB	81,00	8,04	8,56	0,39	2,01
Anina	85,71	7,67	6,00	0,26	0,36
Australia	87,49	6,02	5,12	0,53	0,84

Tabelul 7

Compoziția gazelor de pirogenare, % ,vol.

Table 7

Evaluated composition of pyrogenation gases, % vol

Componentul / Cărbunele	CO_2+H_2S	CnHm	O_2	CO	H_2	CH_4+homol	(C_8H_{18})
LUB	16,7	4,5	2,7	6,4	15,0	54,7	(5,02)
Anina	10,1	2,1	0,9	4,8	28,6	53,5	(3,9)
Australia	5,2	2,0	1,2	1,9	35,5	49,2	(1,9)

Obs. Tabelul cuprinde date experimentale.

Aplicarea modulului de calcul la faza experimentală parcursă a dat posibilitatea obținerii de noi date privind compoziția gazelor, după specii nedeterminate practic, datorită dificultăților la analiză, permițînd totodată și verificarea funcționării modulului.

Datele de intrare în modul au fost :

— compozițiile elementare ale cărbunelui, gudronului și semicocsului ;

— randamentele de pirogenare ;

— fracțiile volumetrice ale speciilor gazoase (CO și C_8H_{18}) din analiza gazului necondensabil.

Rezultatele obținute sînt redate în tabelul 8.

Tabelul 8

Compoziția gazelor de pirogenare a celor trei tipuri de cărbuni rezultată prin aplicarea modulului la faza experimentală parcursă, % vol.

Table 8

The composition of pyrogenation gases for the three coal types, evaluated by applying the module to the experimental phase, % vol

Componentul / Cărbunele	CO_2	CO	H_2	CH_4+homol	N_2	H_2S	H_2O*
LUB	16,73	7,53	19,57	49,32	1,27	2,43	3,14
Anina	15,22	5,27	27,32	47,44	0,97	0,50	3,29
Australia	8,18	1,87	14,28	45,07	1,15	0,11	2,34

* apă - vapori, la echilibru

Se constată posibilitatea obținerii de valori pentru gazele : CO_2, CH_4, N_2, H_2S inclusiv H_2 care a suferit mici modificări, datorate implicării lui în compușii echivalenți. În mod corespunzător, folosind zece date de intrare (alese după posibilitățile de determinare rapidă experimentală), se obțin zece valori ale celorlalte elemente ale relației redate prin modul.

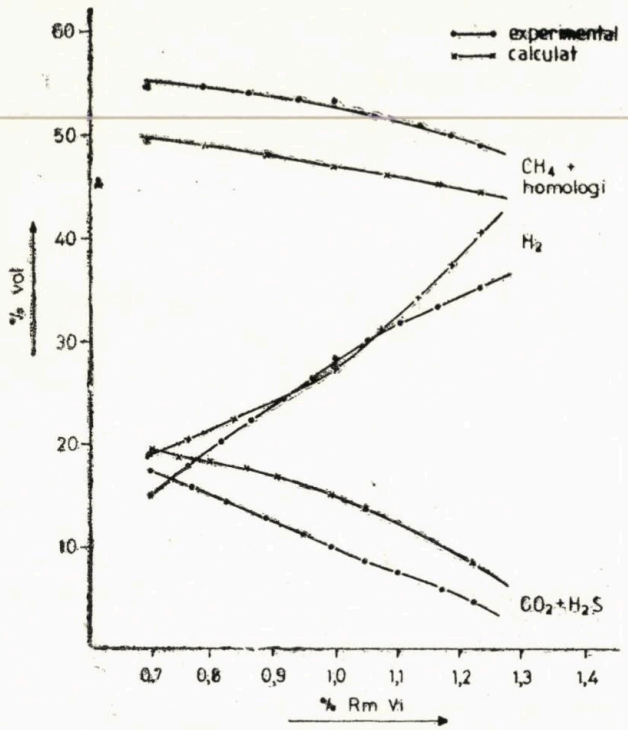


Fig. 2. Curbele comparative de evoluţie a componenţilor principali ai gazelor de pirogenare, determinaţi experimental şi calculaţi cu ajutorul modelului

Fig. 2. The comparative evolution of the experimental and model evaluated curves for the principal components of the pyrogenation gases

În figura 2 este prezentată evoluţia comparativă a componenţilor principali ai gazului, la cărbunii studiaţi, determinaţi experimental şi calculaţi cu ajutorul modulului. Din alurele curbelor de variaţie a compoziţiei gazului de pirogenare cu rangul cărbunelui se poate aprecia că modulul ,pus la punct, reproduce, cu mici variaţii, dezvoltarea procesului de carbonizare.

La experimentarea pe mai mulţi cărbuni de rang diferit, curbele obţinute prin calcul pot fi folosite pentru aflarea rapidă a compoziţiei gazelor de pirogenare.

Rezultatele obţinute în această etapă de cercetare constituie elementele de bază în elaborarea modelului cinetic care, folosind dinamica evoluţiei materiilor volatile, să reprezinte în orice moment stadiul de dezvoltare a procesului pirogenetic.

Concluzii

S-a experimentat un modul matematic (fig. 1) cu structură corespunzătoare pentru calculul compoziţiei materiilor volatile degazate la pirogenarea cărbunilor.

A fost verificată reproductibilitatea de către modul a procesului de pirogenare, prin folosirea de valori experimentale.

Modulul este utilizabil la elaborarea unui model cinetic al procesului de cocsificare.

BIBLIOGRAFIE

1] Kevelen, D. W. *Coal. Typology, Chemistry, Physics and Constitution*, Elsevier, Amsterdam, 1961.
[2] Blum, I., Ştefănescu, I. *Tehnologia combustibililor solizi — Cocsificarea cărbunilor*. Bucureşti, Ed. Didactică şi Pedagogică, 1970.
[3] Berkowitz, N. ş.a. În: Fuel, Anglia, 1962, 41, 507.
[4] Suuberg, E.M. ş.a. În: Fuel, Anglia, 1985, 64, p. 1668 şi Energy & Fuels, Anglia, 1987, 1, p. 305.
[5] Solomon, P. R., Pitt, G. J. În: Fuel, Anglia, 1962, 41, p. 267; 1984, 63, p. 1302; 1986, 65, 833.
[6] Niksa şi Kerstein În: Fuel, Anglia, 1987, 66, p. 1389.
[7] Grant, D.M. ş.a. În: Energy & Fuels, Anglia, 1989, 40, p. 175.
[8] Solomon, P.R. ş.a. În: Fuel, Anglia, 1990, 69, p. 754.
[9] Meerick, D. În: Fuel, Anglia, 1983, 62, p. 534.
[10] Panaitescu, Cornelia *Teză de doctorat*, Biblioteca I.P.B., 1980.
[11] Panaitescu, Cornelia *Petrografia cărbunilor, cocsurilor şi produselor carbonice*, Bucureşti, Ed. Enciclopedică, 1991.
[12] Dan, G. *Proiect de diplomă*, I.P.B., 1991.
[13] Bumbac, G. *Model matematic şi program de calcul*. In vol. colectiv: IPROCHIM—C.I. Ch.—Craiova, 1988 şi 1989.
[14] Bumbac, G. *Model matematic şi program de calcul*. În vol. colectiv: IPROCHIM—C.I.C. Slobozia, 1989.

PROCEDEE NOI DE PREÎNCĂLZIRE A AERULUI PENTRU FURNALELE MODERNE

Ing. A. SEMENESCU
asistent universitar I.P.B.

Ing. R. PIVNICERU
IPROMET

CZ : 669.162.267.4

Introducere

Preîncălzirea aerului insuflat în furnale împreună cu utilizarea cocsului și a gurii de evacuare a zgurii au reprezentat pasul hotărîtor făcut în tehnica obținerii fontei la sfîrșitul secolului al XVIII-lea și începutul secolului al XIX-lea.

Primele încercări industriale de preîncălzire a aerului au loc între 1830 și 1850 în Anglia și Germania. Aceste încercări s-au făcut pe recuperatoare cu tuburi din fontă, obținîndu-se temperaturi ale aerului preîncălzit de max. 500°C.

În 1857 Alfred Edward Cowper și-a înregistrat faimosul său brevet care, cu îmbunătățiri mai mult sau mai puțin importante, este și în prezent de actualitate, specialiștii în domeniu concentrîndu-se doar în perfecționarea acestui procedeu care s-a dovedit a fi de neînlocuit.

Utilizarea aerului cald a transformat, în mod hotărîtor, mersul furnalelor: fluidizarea zgurii, creșterea vitezei de descărcare și alura arderii, importante reduceri ale consumului specific de cocs, îmbunătățirea condițiilor de reglaj al furnalului, toate acestea ducînd la o creștere spectaculoasă a producției unitare de fontă pe agregat.

Prin îmbunătățirea continuă a procedeelor de obținere a fontei în furnale (mersul cu aglomerat, injectare de combustibil auxiliar prin gurile de vînt, oxigenarea suplimentară a vîntului) a apărut ca o necesitate stringentă creșterea temperaturii aerului destinat insuflării în furnal la temperaturi de 1250—1400°C.

În prezent, cauperele beneficiază, la rîndul lor, de perfecționări în domeniul produselor refractare, izolatoare, al construcției vanelor de inversare, precum și al arderii combustibililor utilizați la încălzirea acestor preîncălzitoare de tip regenerativ.

Noile procedee de exploatare a furnalelor au permis mărirea acestora și realizarea unor producții de fontă foarte mari, producții care au atras după sine și apariția unor probleme care trebuie să fie soluționate și în cadrul instalației de preîncălzire a aerului.

Soluționarea acestor probleme a impus și găsirea unor tehnici noi care să facă față, în principal, următoarelor deziderate: debite mari de aer, temperaturi mari ale aerului și presiuni ridicate — aceasta în paralel cu preocupările legate de creșterea randamentului instalației și utilizarea de combustibili inferiori (putere calorică joasă).

Avînd în vedere faptul că preîncălzirea unor debite mari de aer la presiuni ridicate pune probleme în principal legate de soluțiile constructive adoptate, în continuare se va trata în exclusivitate obținerea de temperaturi ridicate în condițiile unor randamente superioare cu combustibili inferiori.

Obținerea temperaturilor înalte la aerul insuflat în furnal

Pentru încălzirea la temperaturi de peste 1250°C a aerului necesar furnalelor trebuie să se dispună de gaze arse care să aibă în zona cupolei o temperatură de peste 1450°C, ceea ce corespunde unei temperaturi teoretice de ardere de ordinul a 1500—1600°C.

Această temperatură nu se poate obține chiar în condițiile unui reglaj aer-combustibil perfect, cu un gaz de furnal de 800—850 kcal/Nm^3 care, arzînd cu aer rece, poate realiza o temperatură teoretică de ardere în jurul valorii de 1300°C.

În scopul obținerii unei temperaturi teoretice de ardere ridicate (peste 1600°C) este necesar să se recurgă la utilizarea unui combustibil superior sau în preamestec cu gaz de furnal. În acest scop, se utilizează: gaz de cocserie, gaz natural, combustibil lichid ușor sau chiar păcură grea pulverizată.

Se menționează faptul că, în acest caz, la efectuarea unor studii economice trebuie să se țină cont de prețul caloriei la gazul de furnal și de prețul combustibilului bogat (superior), avînd în vedere că proporția acestuia din urmă este de pînă la 50% din cantitatea de căldură necesară procesului de preîncălzire a aerului.

Preîncălzirea aerului de combustie și, eventual, a gazului de furnal

Pentru realizarea unei temperaturi ridicate de ardere (>1600°C) este necesară preîncălzirea aerului și gazului de furnal la temperaturi de cca 300°C, ceea ce duce la necesitatea instalării unor preîncălzitoare metalice ancombrante și care antrenează valori de investiții și costuri de întreținere ridicate. Socotind un randament de cca 70% satisfăcător pentru acest tip de schimbător, rezultă pe ansamblu o pierdere de randament de cca 5% în procesul de preîncălzire a aerului pentru furnal (fig. 1).

în considerare numai în cazuri cu totul particulare, atunci cînd se dispune de oxigen ieftin.

Modificarea tehnologiei de exploatare a furnalului

Este interesant de subliniat faptul că, în cazul unei injecții masive de combustibil lichid în gurile de aer, conjugată cu creșterea temperaturii aerului, și a oxigenării acestuia, puterea calorică a gazului de furnal poate ajunge la cca 1000 kcal/Nm³, ceea ce ușurează mult tehnicile prezentate deja pentru creșterea temperaturii de ardere necesare obținerii unui vînt supraîncălzit.

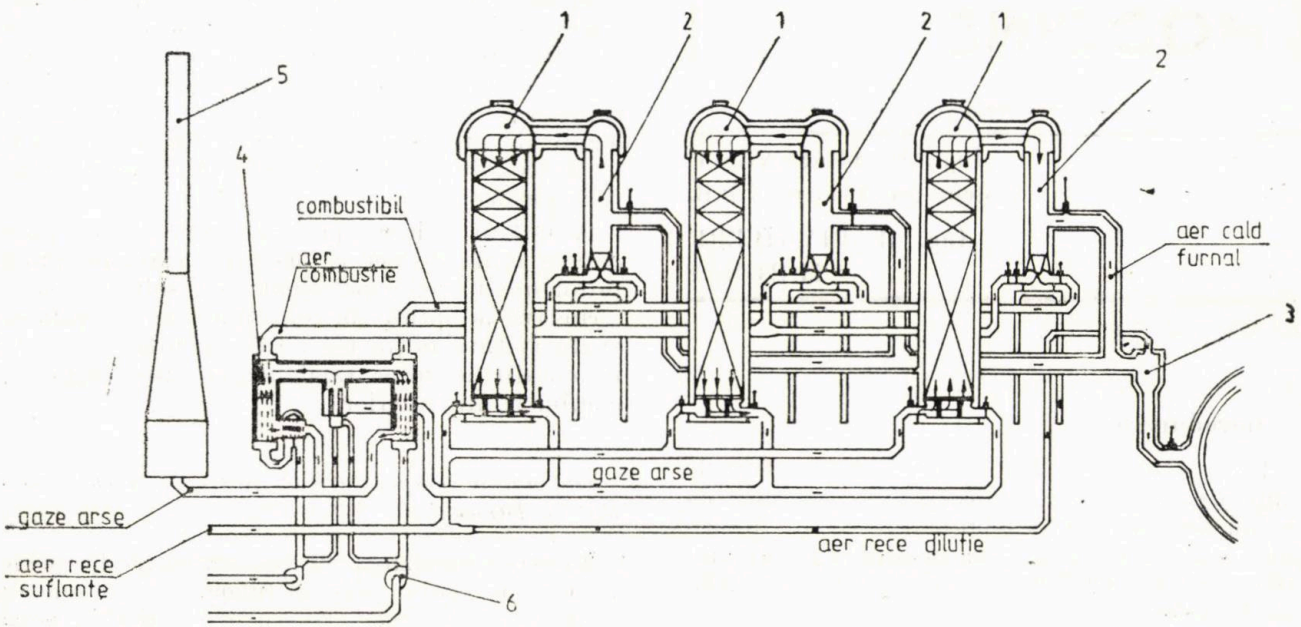


Fig. 1. Încălzirea aerului din combustie cu preîncălzitoare metalice : *1* — cauper (cameră grătar) ; *2* — cauper (cameră de ardere) ; *3* — vas de amestec ; *4* — preîncălzitor de aer de combustie și combustibil ; *5* — cocs de fum ; *6* — ventilator

Fig. 1. Heating of combustion air in metallic preheaters : *1* — cowper stove (screen chamber) ; *2* — cowper stove (combustion chamber) ; *3* — mixing vessel ; *4* — combustion air and fuel preheater ; *5* — chimney ; *6* — fan

Totodată, datorită dificultăților întîmpinate din punct de vedere constructiv la preîncălzirea gazului de furnal (necesitatea unei etanșări perfecte) pare preferabil să se încălzească numai aerul la temperaturi de minimum 450—500°C. Acest procedeu apare ca interesant în ipoteza dispunerii în cadrul uzinei a unor caupere vechi, neutilizate, care ar putea primi ca destinație preîncălzirea aerului de combustie.

Îmbogățirea agentului comburant

Utilizarea aerului de combustie îmbogățit cu oxigen reprezintă o soluție, din punct de vedere tehnic, pentru ridicarea temperaturii de ardere, dar această soluție este inacceptabilă din punct de vedere economic. Ea poate fi luată

Autopreîncălzirea

Din analiza acestor procedee rezultă ca interesantă ideea preîncălzirii aerului la temperaturi superioare (peste 400°C) care poate satisface, integral, dezideratul care ne-a dus la acest experiment : obținerea temperaturilor ridicate la aerul insuflat în furnal dispunînd exclusiv de combustibil inferior.

În condițiile în care se dispune de o rezervă la suprafața de încălzire și greutatea schimbătorului de căldură, soluția care se impune prin simplitate și eficiență este autopreîncălzirea.

Acest procedeu este o modalitate de realizare a unei temperaturi ridicate a aerului cald pentru furnale, utilizînd în exclusivitate gaz sărac în cadrul instalației regenerative de preîncălzire a aerului.

Acest procedeu nu necesită instalaţii auxiliare de preîncălzire, iar eficienţa utilizării cărămizilor din grătarul regenerator este crescută.

Principiul procedeului de autopreîncălzire poate fi reprezentat prin etapele de schimbare care au loc în acesta (fig. 2).

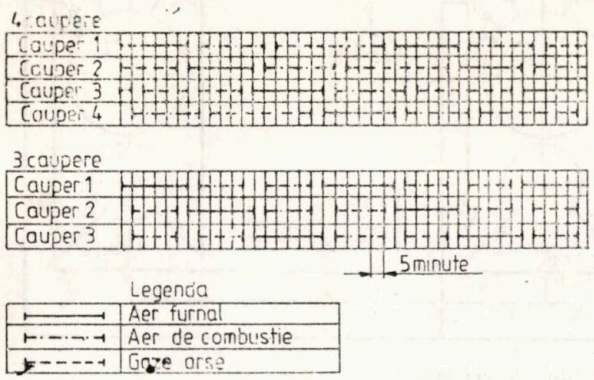


Fig. 2. Schema funcţionării cauperelor în varianta autopreîncălzirii aerului de combustie

Fig. 2. Cowper stove operation diagram for self preheating of combustion air

O instalaţie de caupere organizată pentru autopreîncălzire nu trebuie dotată cu instalaţii suplimentare de preîncălzire a aerului de combustie. Căldura reziduală din cauper, după perioada de preîncălzire a aerului pentru furnal, poate fi utilizată pentru preîncălzirea aerului de combustie.

În cazul autopreîncălzirii, căldura necesară pentru preîncălzirea aerului cald şi aerului de combustie trebuie introdusă în cauper în timpul funcţionării pe încălzire.

Teoretic, din bilanţul termic al ciclului de autopreîncălzire în cauper poate deriva consumul total de combustibil:

$$Q_G = \frac{I_V}{(q_G + I_A L) - (q_{ex} + q_{AP} L) - q_{GA}} \quad (1)$$

$$Q_G = q_G^{AC} + q_G^V \quad (2)$$

Pe baza bilanţului termic al aerului de ardere de preîncălzire se poate obţine raportul

$$\frac{q_G^{AC}}{q_G^V} = \frac{I_{AC} L}{(q_G + I_{AC} L) - (q_{Ex} + q_{AP} L) - q_{GA}} \quad (3)$$

Astfel, consumul specific de combustibil necesar pentru încălzirea unui metru cub de aer de insuflare este:

$$q_G^V = \frac{I_V}{(q_G + I_c L) - (q_{ex} + q_{AP} L) - q_{GA}} \quad (4)$$

în care:

Q_G este cantitatea totală de combustibil, Nm^3;

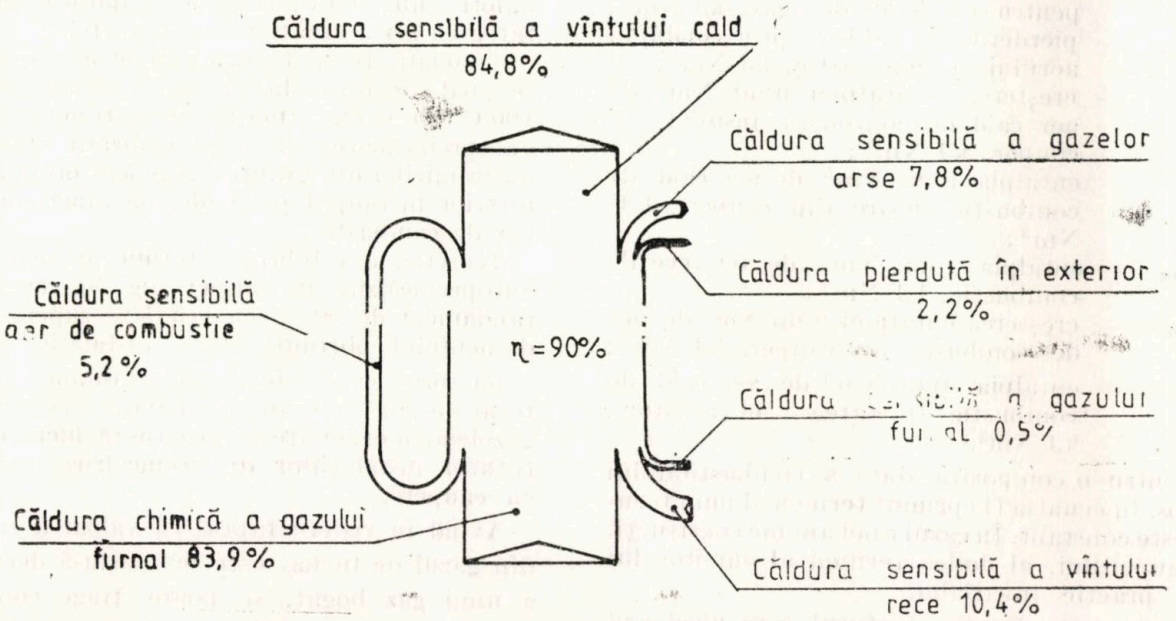


Fig. 3. Bilanţul termic
Fig. 3. Thermal balance

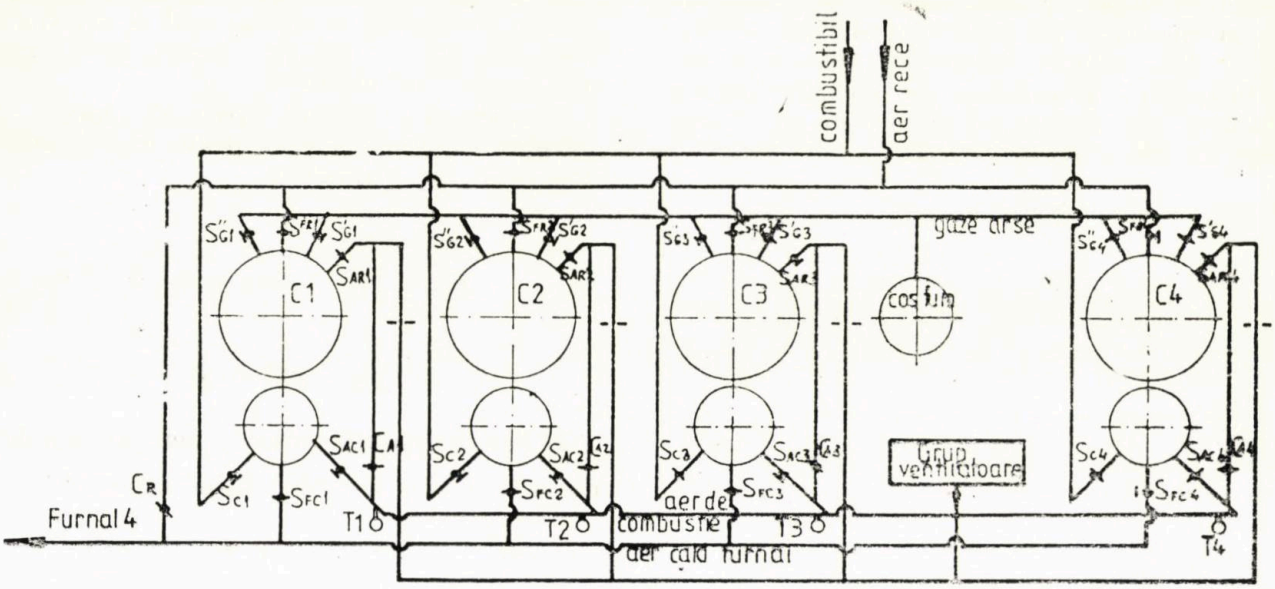


Fig. 4. Autopreîncălzirea aerului de combustie
Fig. 4. Self preheating of combustion air

q_G^{AC} — cantitatea de gaz pentru preîncălzirea aerului de combustie, Nm^3;
q_G^V — cantitatea de gaz pentru preîncălzirea aerului pentru insuflare, Nm^3;
L — cantitatea de aer pentru arderea unui Nm^3 de gaz, Nm^3/Nm^3;
q_G — căldura conținută într-un Nm^3 de gaz, kJ/Nm^3;
q_{GA} — căldura gazelor arse evacuate pentru un Nm^3 de gaz, kJ/Nm^3;
q_{ex} — pierderile de căldură în exterior pentru un Nm^3 de gaz, kJ/Nm^3;
q_{AP} — pierderile de căldură prin conducta aerului de combustie, kJ/Nm^3;
I_V — creșterea entalpiei unui Nm^3 de aer cald de combustie insuflat în cauper, kJ/Nm^3;
I_C — entalpia unui Nm^3 de aer cald de combustie (ieșire din cauper), kJ/Nm^3;
I_{AR} — entalpia unui Nm^3 de aer rece de combustie, kJ/Nm^3;
I_{AC} — creșterea entalpiei unui Nm^3 de aer de combustie în cauper, kJ/Nm^3;
I_{AC} — entalpia unui Nm^3 de aer cald de combustie (intrarea în arzător), kJ/Nm^3.

Pentru o compoziție dată a combustibilului gazos, în ecuația (1) primul termen al numitorului este constant. În cazul unei anume construcții a cauperului, al doilea termen al numitorului este practic invariabil.

În această situație, factorul care afectează consumul specific total de gaz este direct dependent de temperatura de evacuare a gazelor arse. Cantitatea de căldură din gazul de furnal, care este utilizat în cauper, este mai mică decît cea din bigaz chiar la același nivel al temperaturii gazelor arse.

Astfel, se poate trage concluzia că eficiența cauperului este mai sensibilă la temperatura gazelor arse în cazul procedeului de autopreîncălzire.

Pentru a evita distribuția aerului de ardere la temperaturi înalte, precum și pentru menținerea temperaturii dorite la cupolă, se recomandă menținerea temperaturii constante la valori sub 500°C, ceea ce simplifică alimentarea cu aer a arzătoarelor cauperelor.

Totodată, temperatura gazelor arse evacuate se poate menține la un nivel scăzut (cu cca 100°C sub nivelul unei funcționări normale fără autopreîncălzire) datorită utilizării superioare a cărămizilor din grătarul regeneratorului, răcite ulterior în timpul perioadei de funcționare cu aer de combustie.

Teoretic, din bilanțul termic al ciclului de autopreîncălzire în cauper (fig. 3), rezultă un randament de 90%, cu cca 5% superior randamentului obținut într-o instalație clasică.

Factorul care afectează consumul specific total de gaz va fi în exclusivitate căldura din gazele arse evacuate în atmosferă, lucru comun tuturor instalațiilor de preîncălzire a aerului cu caupere.

Avînd în vedere faptul că valoarea căldurii din gazul de furnal este mai redusă decît cea a unui gaz bogat, se poate trage concluzia că eficiența cauperului este mai sensibilă la temperatura gazelor arse în cazul procedeului cu autopreîncălzire.

În consecinţă reducerea temperaturii gazelor arse evacuate în atmosferă va avea un efect pozitiv asupra scăderii consumului de combustibil şi asupra creşterii eficienţei zidăriei grătarului.

Analizîndu-se un caz concret al furnalului nr. 4 de la „SIDEX" Galaţi dotat cu 4 caupere cu puţ exterior, s-a ajuns la următoarele concluzii :

— Instalaţia se poate realiza (fig. 4) prin adaptarea instalaţiei existente cu costuri care se pot recupera în circa un an, prin eliminarea consumului de gaz natural utilizat în prezent şi prin creşterea randamentului termic al instalaţiei în noua concepţie.

—Procedeul de autopreîncălzire în caupere este un mod unic de realizare a unei temperaturi foarte ridicate a aerului insuflat prin utilizarea în exclusivitate a gazului sărac în locul bigazului utilizat în prezent, rezolvîndu-se astfel problema lipsei de gaz superior din combinatele metalurgice.

—Odată cu adaptarea autopreîncălzirii, nu mai sînt necesare instalaţii auxiliare de preîncălzire, iar eficienţa de utilizare a cărămizilor din grătarul regeneratorului creşte. Toate acestea contribuie în paralel şi la creşterea randamentului termic al instalaţiei.

—În cazul utilizării procedeului de autopreîncălzire în cauper, recuperarea căldurii gazelor arse se face prin micşorarea temperaturii la evacuare a acestora ca urmare a preluării căldurii de la partea inferioară a cauperelor de către aerul de combustie sensibil mai rece decît aerul pentru furnal.

—Controlul, funcţionarea şi întreţinerea instalaţiei cu caupere utilizînd ca procedeu autopreîncălzirea sînt uşor de realizat şi deosebit de adaptabile unei funcţionări automate.

BIBLIOGRAFIE

[1] S a n a, D.: Les cowpers — CESID
[2] * * * Commission des hauts fourneaux — ATS — *Rechauffage de l'air de combustion des cowpers* — CIT, Franţa, nr. 5, 1978.
[3] * * * *Baze de calcul pentru construcţia cauperelor.* Techn. Meteilungen 1962, nr. 10.
[4] * * * *Autopreîncălzirea.* În: Metallurgical Plant and Technology, nr. 1, 1988.

„Utilizarea calculatorului în metalurgie"

Editura: Deutcher Verlag für Grundstoff — Industrie GmbH — Leipzig. Preţ: 78 DM.

Cod : ISBN 3—342—00408—8

Cartea este o introducere a simulării pe calculator a proceselor nestaţionare metalurgice. O dată cu dezvoltarea modelării matematice pe proces şi sistem tehnologic în metalurgie s-au dezvoltat şi automatizat noi sisteme de calcul în industria metalurgică. În cartea de faţă s-au realizat modele matematice pe procese şi pe subprocese, cu exemplificări în practică. S-a realizat un program central de procese prevăzut cu un complex de probleme rezolvate.

Pentru utilizarea modelelor şi programelor propuse sînt necesare numai cunoştinţele de bază ale limbajelor de programare.

Lucrarea cuprinde 248 pagini, 86 figuri, 128 tabele; format 16,5 × 23,0 cm.

Ing. **Mihaela Pană**
Institutul Politehnic Bucureşti

ADÎNCIMEA ZONEI DE REACȚIE LA INSUFLAREA OXIGENULUI ÎN BAIA METALICĂ

Dr. ing. C. RIZESCU

CZ: 669.184.144.6

Adîncimea zonei de reacție (nivelul de pătrundere a jetului de oxigen în baia metalică) este considerată a fi indicatorul cel mai important, pe baza căruia se apreciază eficiența diferitelor tipuri de lănci utilizate. Această mărime este determinantă pentru dimensionarea convertizorului, a lăncii de insuflare, precum și la precizarea parametrilor funcționali ai acesteia. La o adîncime insuficientă a zonei de reacție, gradul de utilizare a oxigenului insuflat este redus, potențialul de oxidare a zgurii crește, nivelul pierderilor de fier sub formă de oxizi în zgură se majorează, iar viteza de decarburare este inferioară celei posibile, cu consecințe negative asupra productivității agregatului.

Înainte de a trece la analiza propriu-zisă a relațiilor de calcul și a factorilor de influență a adîncimii zonei de reacție definită anterior, apreciem ca fiind utilă, din punct de vedere tehnologic, remarca făcută de V.I. Baptizmanski [19], conform căreia deosebim:

— prima zonă de reacție, de temperatură foarte înaltă în care se produce absorbția oxigenului, arderea în curent de oxigen a unora din componenții emulsiei și vaporizarea cea mai intensă;

— a doua zonă de reacție, exterioară, unde se desfășoară propriu-zis reacțiile de oxidare a carbonului și a celorlalte elemente pe seama produșilor formați în prima zonă (oxizii de fier).

Calculul adîncimii zonei de reacție h_{zr} pentru condițiile procesului de convertizor este destul de complex deoarece, pe lîngă faptul că impactul jetului de oxigen cu topitura nu este elastic, au loc și alte fenomene, ca de exemplu dilatarea gazului și dizolvarea unei cote din oxigen de către topitură. Relațiile pentru definirea adîncimii zonei de reacție au, în general, la bază studii pe model la „rece" în unele cazuri chiar la „cald" [14].

Dintre relațiile de corelație a adîncimii zonei de reacție h_{zr} cu principalii factori care caracterizează impactul jetului de oxigen cu baia metalică vom reține, pentru analiză, cele propuse de I.G. Kazanțev [4], V.I. Baptizmanski [13], R.A. Flinn [14], Iavoischi [15], B. Turkdogan [20].

1. Kazanțev propune pentru determinarea adîncimii zonei de reacție următoarele relații:

— pentru lance la nivelul băii $\left(\frac{H}{d_0} = 0\right)$:

$$h_{zr} = \frac{1}{2} n \, Ar_0 \, d_0 \qquad (1)$$

— pentru lance plasată la o anumită distanță (H) de baia metalică $\left(\frac{H}{d_0} > 0\right)$:

$$h_{zr} = 0{,}23 \; n \; Ar_x \; H \qquad 2)$$

în care:

h_{zr} este adîncimea zonei de reacție;

Ar_0, Ar_x — valoarea criteriului lui Arhimede pentru zona de impact corespunzătoare;

d_0 — diametrul duzei;

H — distanța dintre lance și baia metalică;

n — coeficientul adimensional de caracterizare a pătrunderii în baia metalică, definit prin relația:

$$n = \frac{\rho g h}{\rho_x W_{x/2}^2}$$

în care:

ρ, ρ_x sînt densitatea axială a gazului la ieșirea din lance și respectiv la distanța x de la ieșirea din lance;

W_x — viteza axială a jetului la distanța x de la ieșirea din lance;

g — accelerația gravitațională;

h — adîncimea de penetrare în baia metalică.

Sensul fizic al coeficientului n rezultă din faptul că reprezintă raportul dintre presiunea metalostatică la baza zonei de reacție și forța jetului la impactul acestuia cu baia metalică.

Avînd în vedere definiția criteriului lui Arhimede pentru zona de impact cu baia metalică:

$$Ar_x = \frac{\rho_x W_x^2}{\rho g d_x}$$

rezultă că :

$$n = f\left(\frac{1}{Ar_x}\right)$$

Acest lucru a fost dovedit experimental chiar de către Kazanțev [4] prin studiul pe model (insuflare de aer comprimat în apă). Pentru dependența dintre n și Ar_x Efimov [2] propune următoarea relație :

$$n = \frac{2}{\sqrt{Ar_x}} \qquad (3)$$

care ar corespunde procesului de elaborare în convertizor, deoarece valorile obținute prin calcul se așază corespunzător peste cele determinate experimental (fig. 1), îndeosebi în domeniul valorilor $Ar > 10$ specifice condițiilor de insuflare a oxigenului.

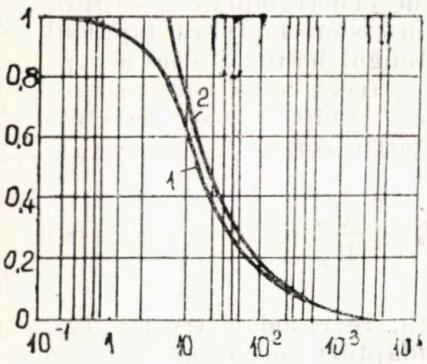


Fig. 1. Corelația dintre coeficientul de penetrabilitate al jetului n și criteriul lui Arhimede [2] : *1* — valorile experimentale ale lui Kazanțev ; *2* — valorile teoretice determinate prin relația lui Efimov

Fig. 1. The relation between jet penetration coefficient, n and Archimede's criterion [2] : *1* — Kazantzev test values ; *2* — theoretical values calculated with the Efimov relation

Prin luarea în considerare a relației lui Efimov, aceea de definire a coeficientului n de penetrabilitate a jetului, ecuațiile (1) și (2) devin :

— pentru lancea la nivelul băii $H/d_0 = 0$:

$$h_{zr} = Ar_0^{1/2} d_0 \qquad (1, a)$$

— pentru lancea situată la nivelul H de baia metalică ($H/d_0 > 0$) :

$$h_{zr} = 0{,}23n\ Ar_x H = 0{,}23 \cdot \frac{2}{\sqrt{Ar_x}} \cdot \frac{d_x}{0{,}46}$$

și deci :

$$h_{zr} = Ar_x^{1/2}\ d \qquad (2, b)$$

Conform datelor din publicația [15], diametrul jetului de oxigen la impactul acestuia cu baia metalică se poate determina prin relația :

$$d_x = 0{,}46\ H$$

Prin explicitarea în ecuația (2, *b*) a criteriului lui Arhimede se obține :

$$h_{rz} = \left(\frac{\rho_x W_x^2}{\rho g d_x}\right)^{1/2} \cdot d_x = \left(\frac{\rho_x}{\rho g}\right)^{1/2} W_x d_x^{1/2} \qquad (2, c)$$

Compararea datelor experimentale cu cele deduse pe baza relațiilor lui Kazanțev arată o concordanță satisfăcătoare *numai în cazul dispunerii lăncii la nivelul băii metalice* (ecuația *1*, a), în timp ce în cazul relației (2) valoarea obținută prin calcul este mult mai mare decît cea rezultată experimental. Analiza acestei relații de către Iavoischi [15] arată că, de fapt, avem erori. Astfel, considerînd procesul interacțiunii izoterm, adică $\rho_x = \rho_0$, și înlocuind în ecuația (2, *c*) valorile corespunzătoare pentru d_x și W_x definite anterior, se obține :

$$h_{zr} = \left(\frac{\rho_0}{\rho g}\right)^{1/2} \frac{W_0 d_0 \beta}{H}\ 0{,}46\ H)^{1/2} = Ar_0^{1/2} d_0\ \frac{0{,}678}{(H/d_0)^{1/2}} \qquad (3)$$

Ceea ce înseamnă că :

$$h_{zr})_{H>0} = h_{zr})_{H=0} \times \frac{0{,}678\ \beta}{(H/d^2_0)^{1/2}}$$

în care :

β este coeficientul care caracterizează gradul de turbulență al jetului, definit prin relația :

$$\beta = \frac{W_x}{W_0} \frac{H}{d_0}$$

unde :

W_0 este viteza axială a jetului la ieșirea din lance ;

— ceilalți factori au sensul definit anterior.

La analiza valorii factorului $\frac{0{,}678\ \beta}{(H/d_0)^{1/2}}$, de exemplu pentru intervalul de poziționare a lăncii $0 < \frac{H}{d_0} > 15$*, reiese faptul că acesta este supraunitar. În aceste condiții, ar rezulta că pe măsura îndepărtării lăncii de baie am obține o adîncime a zonei de reacție mai mare.

Adică :

$(h_{zr})_{H>0} > (h_{zr})_{H=0}$, ceea ce nu corespunde determinărilor experimentale. În figura 2 este prezentată această dependență după Dorofeev [6].

Rezolvarea acestei inexactități a fost tăcută de către Dorofeev și Iavoischi, care determină adîncimea zonei de reacție pornind de la principiul conservării energiei (ecuația lui Bernoulli).

* Interval în care practic $W_0 \sim W_x$

Admiţînd că procesul de impact se realizează fără pierdere de energie, vom avea:

$$\frac{1}{2}\rho_h W_h^2 + p_a + \rho g_h h = \text{const}$$

în care:

ρ_h; W_h sînt densitatea axială a jetului, respectiv viteza în zona de maximă penetraţie a acestuia;

p_a — presiunea atmosferică.

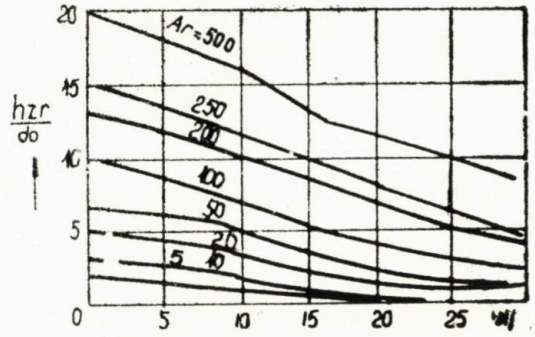


Fig. 2. Dependenţa adîncimii zonei de reacţie, în funcţie de poziţionarea lăncii la diferite valori pentru Ar [6]

Fig. 2. Raceway depth dependence on lance positions for different Archimedes' values [6]

Considerînd că în zona de maximă penetraţie a jetului de oxigen se realizează un echilibru între presiunea axială exercitată de jet şi cea corespunzătoare presiunii metalostatice:

$$1/2\ \rho_h W_h^2 = \rho g h = p_h$$

se admite că între presiunea axială a jetului p_h, în zona de maximă penetraţie a acestuia, şi presiunea P_x a jetului la suprafaţa topiturii (în momentul impactului) există o dependenţă de tipul:

$$p_h = n_0 P_x$$

Introducînd ipoteza că prezenţa fluxului reflectat nu exercită o influenţă însemnată asupra valorii lui P_x* şi că, de fapt, presiunea axială a jetului la suprafaţa topiturii este dată de raportul dintre impulsul jetului (impuls care se păstrează constant pe lungimea acestuia) şi suprafaţa acestuia în zona de contact $(S)_x$, se ajunge la următoarea relaţie pentru P_x:

$$P_x = \frac{I_x}{S_x} = \frac{I_0}{S_x} \qquad 4)$$

În aceste condiţii, se obţine pentru adîncimea zonei de reacţie următoarea relaţie:

$$h_{zr} = \frac{\rho_0 W_0^2}{\rho g}\frac{S_0}{S_x} = n_0 \frac{\rho_0}{\rho}\frac{W_0^2}{g d_0} d_0 \left(\frac{d_0}{d_x}\right)^2 =$$

$$= n_0 \mathrm{Ar}_0 d_0 \left(\frac{d_0}{d_x}\right)^2 \qquad 5)$$

Facem observaţia că, de fapt, această nouă ecuaţie propusă pentru determinarea adîncimii zonei de reacţie nu diferă de ecuaţia (2) decît prin coeficientul n de penetrabilitate a jetului. Astfel, dacă avem în vedere faptul că impulsul este constant de-a lungul jetului şi dacă acceptăm ideea că $\rho_0 = \rho_x$ (ceea ce nu este prea departe de realitate), conform unor cercetări citate în [15], se poate scrie:

$$d_x = \frac{W_0}{W_x} d_0 \qquad (6)$$

În aceste condiţii, revenind la ecuaţia (2), prin înlocuiri şi adaptări corespunzătoare, se ajunge la relaţia:

$$h_{zr} = \frac{1}{2} n A_{r0} d_0 \left(\frac{d_0}{d_x}\right)^2 \qquad (1,\ d)$$

Din compararea acestei ecuaţii cu cea corespunzătoare din relaţia (5) rezultă că diferenţa constă doar în expresia coeficientului de penetrabilitate ($n_0 = 1/2\ n$).

Revenind la ecuaţia de definire a adîncimii zonei de reacţie, Iavoischi [15], pentru evidenţierea factorilor de influenţă, recurge la explicitarea unora din termenii ecuaţiei (5). Astfel, luînd în considerare coeficientul gradului de turbulenţă a jetului:

$$\beta = \left(\frac{W_x}{W_0}\right)\left(\frac{H}{d_0}\right)$$

iar prin înlocuire corespunzătoare se obţine:

$$d_x = \frac{W_0}{W_x} d_0 = \frac{H}{\beta d_0} d_0 = \frac{H}{\beta} \qquad 6,\ b)$$

* La impactul jetului cu o suprafaţă rigidă, abaterea presiunii faţă de cea iniţială la ieşirea din duză este de 1—3%, ceea ce face ca şi densitatea să fie practic constantă. În cazul impactului faţă de baia metalică, Iavoischi apreciază faptul că abaterea trebuie să fie mai mică, deoarece, în acest caz, impactul este însoţit de o deformare a suprafeţei, ceea ce va micşora valoarea variaţiei presiunii statice şi a densităţii în punctul de frînare a jetului.

ceea ce înseamnă că diametrul jetului la o distanță x de lance este direct proporțional cu distanța acesteia față de lance și invers proporțional cu coeficientul de turbulență β.

În aceste condiții, prin înlocuirea lui d_x în ecuația (5), vom obține:

$$h_{zr} = n_0 A d_0 \left(\frac{d_0 \beta}{H}\right)^2 \qquad (7)$$

Rezultă, deci, că adîncimea zonei de reacție este în funcție de valoarea criteriului lui Arhimede, în care sînt incluse: efectul cumulat al vitezei jetului, deci al presiunii acestuia; raportul densității jetului și al topiturii; dimensiunile duzei; poziția acesteia față de baia metalică; structura jetului prin coeficientul β și valoarea coeficientului n_0.

Pentru determinarea mărimii coeficientului n_0 au fost efectuate experimentări speciale pe model folosind ca mediu apă și aer comprimat introdus prin duze cu Ø 2,2—6,5 mm, pentru poziții de amplasare a acestora $\frac{H}{d} = 0 - 50$, datele obținute fiind prelucrate pe baza relației (7). Rezultatele acestei prelucrări sînt reprezentate în figura 3.

La alegerea valorii coeficientului de penetrabilitate n pe baza diagramei reprezentate în figura 3, se fac următoarele precizări:

— atunci cînd pentru determinarea diametrului jetului la distanța x de duză se folosește relația $d'_x = 0{,}46\ H$, căreia îi corespunde criteriul lui Arhimede $A'_{rx} = \frac{\rho_x W_x^2}{\rho g d'_x}$ la determinarea lui n pentru cazul $\frac{H}{d_0} > 0$ se va lucra după curba *2*;

— atunci cînd pentru aflarea diametrului jetului la distanța x de duză se folosește relația $d_x = H/\beta$, căreia îi corespunde criteriul lui Arhimede $A_{rx} = \frac{\rho_x W_x^2}{\rho g d_x}$ la determinarea lui n, pentru cazul în care $\frac{H}{d} > 0$ se va lucra după curba *1*.

Prin prelucrări statistice [15] au fost stabilite următoarele dependențe ale coeficientului n, în funcție de Ar_x:

— pentru $Ar_x < 10$:

$$n = 0{,}0017\ Ar_x - 0{,}0592\ Ar_x + 1{,}018$$

— pentru $Ar_x > 10$:

$$n = \frac{1{,}9}{Ar_x^{1/2}} \sim \frac{2}{Ar_x^{1/2}}$$

Pentru ușurința determinării lui Ar_x în funcție de Ar_0, prin prelucrări corespunzătoare se demonstrează că [15]:

$$Ar_x = Ar_0 \left(\frac{\beta d_0}{H}\right)^3$$

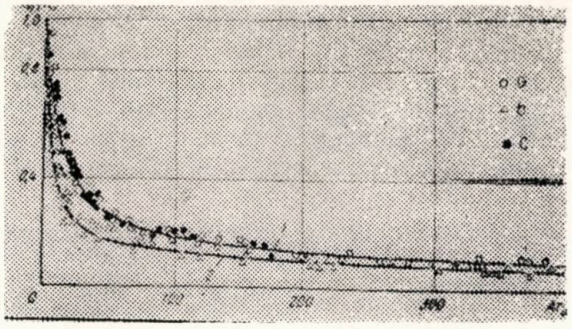


Fig. 3. Dependența coeficientului de penetrabilitate de criteriul lui Arhimede Ar [15]: *1* — dependența corespunzătoare situației: $\frac{H}{d} = 0$; *2* — dependența corespunzătoare situației: $\frac{H}{d} > 0$.

Criteriul Ar a fost calculat corespunzător punctelor experimentale cu următoarele relații:

$$a \text{ și } b - A'_{rx} = \frac{\rho_x W_x^2}{\rho g d_x} \text{ în care } d'_x = 0{,}46\ H$$

$$c - Ar_x = \frac{\rho_x W_x^2}{\rho g d_x} \text{ în care } d_x = H/\beta\nu$$

Fig. 3. Penetration coefficient dependence on Archimedes' criterion (Ar) [15]: *1* — dependence for $H/d = 0$; 2 — dependence for $H/d > 0$

Ar criterion was calculated for the experimental points with the following relations:

$$a \text{ and } b - A'_{rx} = \frac{\rho_x W_x^2}{\rho g d_x} \text{ where } d'_x = 0{,}46\ H$$

$$c - Ar_x = \frac{\rho_x W_x^2}{\rho g d_x} \text{ where } d_x = H/\beta\nu$$

Faptul că la ecuația (7) se poate ajunge plecînd de la ecuația (2), folosind pentru explicitarea diametrului jetului la zona de impact relația anterioară $d_x = 0{,}46\ H$ față de relația propusă în [15], și anume: $d_x = \frac{H}{\beta}$, ne îndreptățește să considerăm ca nejustificată afirmația lui Iavoischi [15], conform căreia determinarea lui h_{zr} prin folosirea relației $d_x = 0{,}46\ H$ ar duce la erori suplimentare. Astfel, prin înlocuiri corespunzătoare în ecuația (2), ținînd seamă că pe baza relației de definire a lui β avem:

$$W_x = \frac{\beta W_0 d_0}{H}$$

$$h_{zr} = \frac{1}{2}\, n\mathrm{Ar}_0 d_0 \left(\frac{d_0\beta}{H}\right)^2$$

ceea ce corespunde ecuației (7) cu observația anterioară privind coeficienții n și n_0.

În aceste condiții, pe baza celor analizate, rezultă că, pentru calculul adîncimii zonei de reacție, pot fi folosite următoarele forme ale ecuațiilor lui Kazanțev, cu mențiunea alegerii corespunzătoare a coeficientului n de penetrabilitate (fig. 3):

— pentru lance la nivelul băii ($H = 0$):

$$h_{zr} = 1/2\ n\mathrm{Ar}_0$$

— pentru lance amplasată deasupra nivelului băii:

$$h_{zr} = \frac{1}{2}\, n\mathrm{Ar}_0 d_0 \left(\frac{d_0}{d_x}\right)^2 = 1/2\ n\mathrm{Ar}_0 d_0 \left(\frac{d_0\beta}{H}\right)$$

V.I. Baptizmanski, ocupîndu-se de studiul proceselor care au loc la elaborarea oțelului în convertizor, propune [13] pentru determinarea adîncimii zonei de reacție următoarea relație:

$$h_{zr} = \frac{C_1 p_1^{0,5} d_0^{0,6}}{\rho^{0,4}\left(1 + \frac{H}{d_0 C_2}\right)} \qquad 8)$$

în care:

p_1 este presiunea de insuflare;

C_1 și C_2 — constante specifice mediilor în contact.

Pentru cazul oțelului lichid în situația în care lancea este plasată la nivelul băii: $H/d_0 = 0$), ecuația (8) devine:

$$h_{zr} = 18{,}1\ p_1^{0,5} d_0^{0,6} \qquad (8,\ a)$$

care, conform datelor lui Iavoischi [15], duce la valori care concordă satisfăcător cu cele obținute prin relația propusă de Kazanțev. Baptizmanski, detaliind zona de reacție, analizează modul în care influențează adîncimea zonei de reacție, viteza de decarburare, presiunea și valoarea criteriului lui Arhimede [19]. După cum rezultă din figura 4, mărirea vitezei de decarburare, în condițiile de convertizor, duce la micșorarea adîncimii zonei de reacție, inclusiv pentru prima zonă. Aceasta se poate explica prin îngreunierea pătrunderii jetului în baie, ca urmare a acțiunii contrare a curentului de oxid de carbon care se degajă, și a intensificării absorbției de oxigen și oxizilor de fier în prima și a doua zonă de reacție. O dată cu ridicarea lăncii, influența vitezei de decarburare se diminuează. Cea mai mare adîncime a zonei de reacție se află la conținuturi scăzute de carbon (sub 0,1%). Remarcăm ,de asemenea, că diferența dintre adîncimile celor două zone se mărește o dată cu creșterea vitezei de decarburare și coborîrea lăncii, maximul fiind de 20—30%.

În figura 5 este reprezentată influența presiunii de insuflare și a criteriului lui Arhimede, asupra adîncimii zonei de reacție.

Pentru a preciza caracterul influenței înălțimii de poziționare a lăncii H/d asupra adîncimii zonei de reacție, a fost determinată adîncimea relativă a acesteia:

$$z = \frac{h)_H}{h)_{max}} = \frac{h)_{H \neq 0}}{(h)_{max} = 0} \qquad (9)$$

— propunîndu-se următoarea relație:

$$z = \exp\left[-0{,}21\ \frac{H}{\frac{I^{1/3}}{\rho g}}\right] \qquad (9,\ a)$$

unde:

I este impulsul jetului de oxigen;

ρ — densitatea băii metalice.

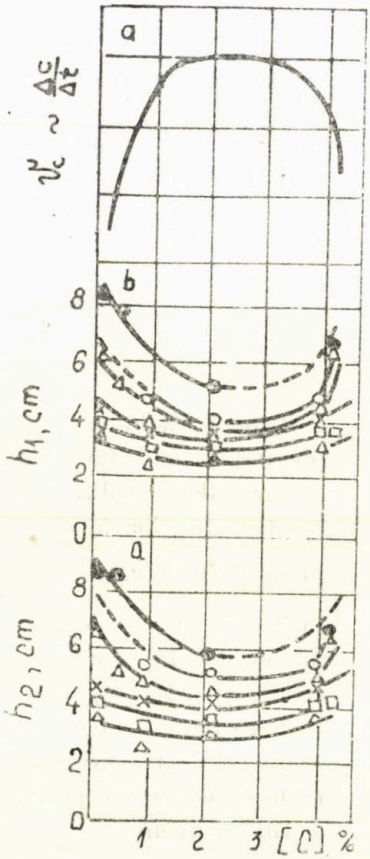


Fig. 4. Influența compoziției chimice a băii asupra vitezei de decarburare $v_c(a)$ a adîncimii primei zone de reacție (h_1) și totale (h_2) pentru diferitele raporturi $\frac{H}{d}$ [19] (b, respectiv c)
● — 10; 0—20; ▲ — 30; × — 40; □ — 50; △ — 60

Fig. 4. The influence of the chemical components of the bath on decarburizing speed v_c (a), on the depth of the first (h_1) and total reaction zone (h_2) for different $\frac{d}{H}$ ratios [19] (b and c respectively):
● — 10; 0—20; ▲ — 30; × — 40; □ — 50; △ — 60

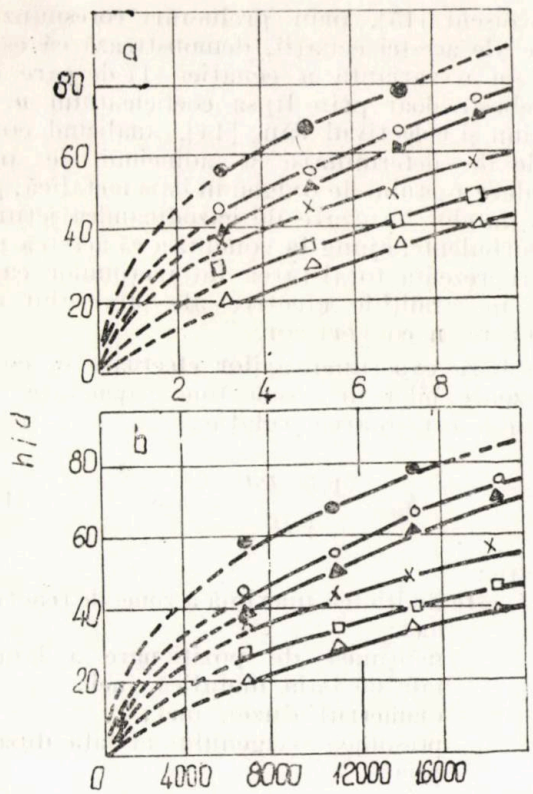


Fig. 5. Dependența adîncimii zonei de reacție de presiune (*a*) și criteriul lui Arhimede [19]

Fig. 5. Raceway depth dependence on pressure (*a*) and Ar criterion [19]

Datele obținute în baza acestei relații sînt prezentate în figura 6, din care rezultă influența nemijlocită asupra adîncimii relative z, a poziționării lăncii, exprimată în figura 16 prin raportul H/d (acest lucru rezultă de fapt și din ecuația (9), după explicitarea impulsului).

În lucrarea [19], s-a propus următoarea relație:

$$Z = \frac{1}{1+\left(\frac{H}{Bd}\right)^{n}} \sim \frac{1}{1+\left(\frac{H}{60\ d}\right)^{1,2}} \qquad 10)$$

în care B este constantă.

Prin prelucrarea datelor prezentate în figura 6, Baptizmanski ajunge la concluzii apropiate de cele redate prin ecuația (1, *b*):

$$\frac{h_{zr}}{d} = K\ \ \mathrm{Ar_0})^{a} \qquad 11)$$

unde:

K este o constantă care depinde de z și H/d.

La viteze mici de decarburare [situație care, după cum s-a arătat anterior, corespunde unor condiții constante de jet, adîncimii mari a zonei de reacție și poziției joase a lăncii (H/d = = (0—10)] ecuația (11) ia forma:

$$\frac{(h_{zr})_{max}}{d} = 2{,}1\ \mathrm{Ar_0^{0,4}} \qquad (11,\ b)$$

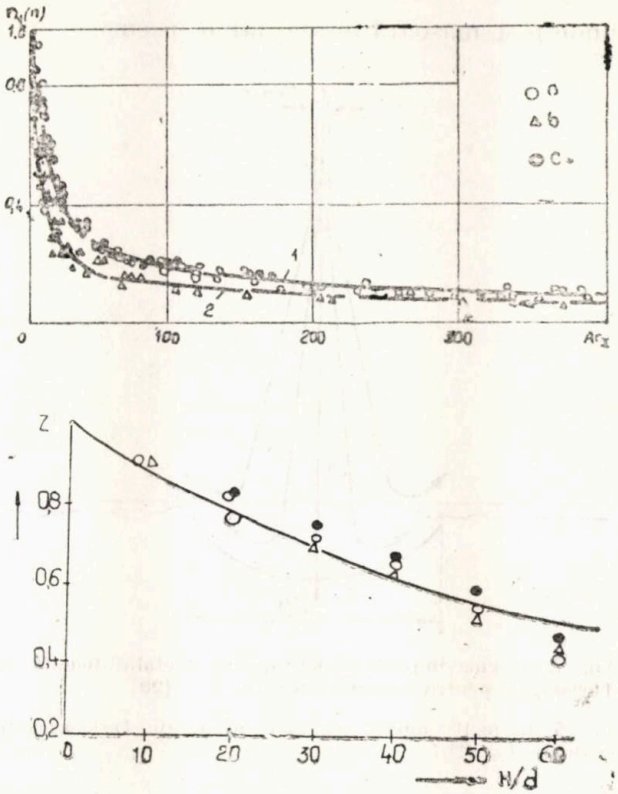


Fig. 6. Influența poziționării lăncii asupra lui Z la diferite valori ale presiunii de insuflare, ata [19]: ● — 9; 0—7; △ — 5

Fig. 6. Lance position influence on Z for various blast pressure values [10]: ● — 9; 0 — 7; △ — 5

Baptizmanski este de părere că relația (11, *b*) poate fi folosită la determinarea adîncimii băii convertizorului care să ducă la condiții bune de lucru, fără periclitarea fundului, și la asigurarea unei anduranțe ridicate a acestuia.

Relația generală pentru determinarea adîncimii zonei de reacție, definită pe baza relațiilor parțiale (9); (10); (11,*b*), este:

$$h_{zr})_H = z\ h_{zr})_{max} \sim 2{,}1\ \frac{\mathrm{Ar_0})^{0,4}}{1+\left(\frac{H}{60\ d}\right)^{1,2}} \qquad 12)$$

Prin prelucrarea datelor experimentale s-a arătat că dependența adîncimii zonei de reacție, pentru viteze mici de decarburare, este descrisă satisfăcător printr-o relație apropiată de cea propusă de Iavoischi [15], și anume :

$$h \sim 14 \frac{p^{0,5} d^{0,6}}{1 + \frac{H}{60\ d}} \qquad (13)$$

unde p se măsoară în ata, iar d în cm.

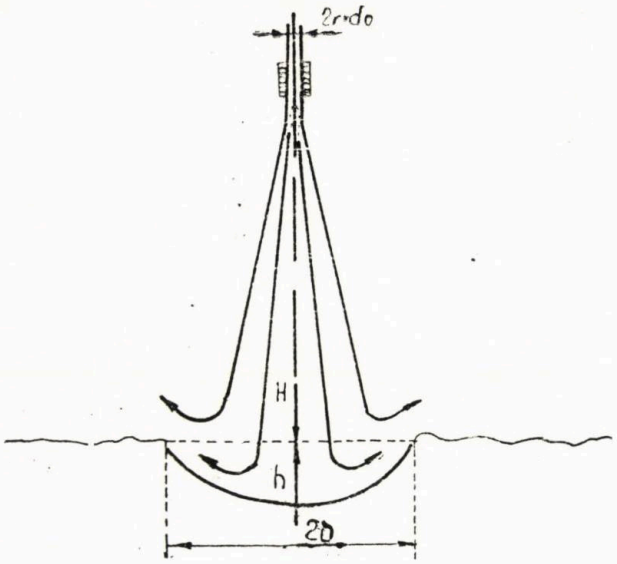


Fig. 7. Schema impactului jet-topitură metalică folosită de Turkdogan pentru determinarea lui h_{zr} [20]

Fig. 7 Jet-melt impact diagram used by Turkdogan to evaluate h_{zr} [20]

Turkdogan [20], ocupîndu-se de impactul jeturilor de gaze cu topitura metalică (fig. 7), deduce relația adîncimii de pătrundere a jetului considerînd că la baza jetului se realizează un echilibru între presiunea exercitată de jet și cea corespunzătoare presiunii metalostatice exercitate de topitura metalică :

$$\frac{\rho_0 W_0^2}{2} = \rho h g \qquad (14)$$

Prin prelucrări și adaptări corespunzătoare se ajunge la următoarea relație pentru adîncimea de pătrundere a jetului :

$$h \sim \frac{12{,}8610^{-10}}{\alpha^2 r^2} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} \cdot \frac{Q^2}{H^2} \qquad (15)$$

în care h, H, r sînt exprimate în cm, Q în cm³/min, iar α este o constantă care caracterizează gradul de turbulență a jetului.

Iavoischi [15], prin prelucrări corespunzătoare ale acestei ecuații, demonstrează că este de fapt o variantă a ecuației (1) de care se deosebește doar prin lipsa coeficientului n.

Flinn și colectivul său [14], analizînd condițiile de determinare a adîncimii de pătrundere a jetului de oxigen în baia metalică, pe baza datelor furnizate de gazodinamica jeturilor turbulente, ajung la concluzia că acestea nu pot reprezenta totalitatea interacțiunilor care apar în condițiile efective ale procesului de elaborare în convertizor.

Pe baza experimentărilor efectuate în convertizoare pilot de două tone capacitate, ei stabilesc următoarea relație :

$$h_{zr} = \frac{1{,}5\ Pd_0}{\sqrt{H}} - 1{,}5 \qquad (16)$$

în care :

h_{zr} este înălțimea maximă a zonei de reacție, inci ;
H — înălțimea de poziționare a lăncii față de baia metalică, inci ;
d_0 — diametrul duzei, inci ;
P — presiunea oxigenului în fața duzei, psia*.

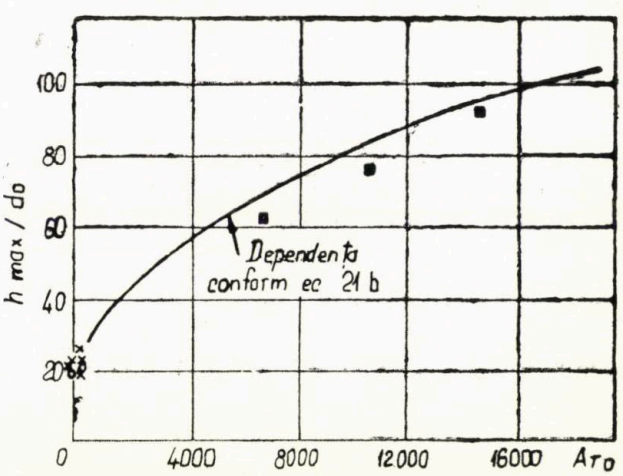


Fig. 8. Dependența adîncimii maxime a zonei de reacție în funcție de criteriul lui Arhimede [19]

Fig. 8 Maximal raceway depth versus Ar criterion [19]

Relația dedusă pentru cazul lăncii cu un singur jet este aplicabilă conform datelor autorilor doar pentru situația în care $\frac{H}{d} > 0$. Baptizmanski [19], analizînd rezultatele obținute și reprezentîndu-le grafic în funcție de criteriul lui Arhimede (fig. 8), arată că acestea se așază satisfăcător pe curba determinată prin ecuația (11, *b*).

* 1 psia = 70,3 10^{-3} kgf/cm² (ata) = 6,89 10^3 N/m²

Adică :

$$\frac{(h_{zr})_{max}}{d} = 2{,}1 \ Ar_0^{0.4}$$

* * *

Din datele prezentate, rezultă că adîncimea zonei de reacţie ca parametru determinabil al impactului jetului de oxigen cu baia metalică are o semnificaţie tehnologică deosebită, mărimea acesteia determinînd desfăşurarea proceselor din timpul elaborării în convertizor cu implicaţii asupra productivităţii şi pierderilor de metal în zgură (stropi etc.) şi durabilităţii căptuşelii refractare, îndeosebi a regiunii de fund.

Cunoaşterea valorii acestuia în corelaţie cu factorii de influenţă (presiunea de insuflare, înălţimea de poziţionare a lăncii, viteza de decarburare etc.) dă posibilitatea adaptării corespunzătoare a diagramei de suflare, în vederea realizării afinării în condiţii optime din punct de vedere tehnic şi economic.

În raport cu modul de fundamentare a diverselor relaţii, pentru determinarea adîncimii zonei de reacţie considerăm următoarele :

— la dimensionarea convertizorului şi stabilirea nivelurilor limită ale parametrilor de insuflare trebuie să fie folosită relaţia (11, *b*), adică :

$$\frac{(h_{zr})_{max}}{d_0} = 2{,}1 \ Ar_0^{0.4}$$

— pentru determinări cu caracter tehnologic, de optimizare a regimului de suflare, să se utilizeze relaţiile (2, *e*) şi (16) ;
adică :

$$h_{zr} = \frac{1{,}5\,P}{\sqrt{H}} d_0 - 1{,}5$$

$$h_{zr} = \frac{1}{2} n Ar_0 d_0 \left(\frac{d_0}{d_x}\right)^2 = 1/2 \ n Ar_0 d_0 \left(\frac{d_0 \beta}{H}\right)^2$$

cu alegerea corespunzătoare a coeficientului de penetrabilitate a jetului (fig. 3) ; $n = f(Ar_x)$.

BIBLIOGRAFIE

[1] Joseph, K., Stone; În : Steel Technology International, 1990/1991, p. 71.
[2] Iavoisehi, V.I. — *Teoria profesov proizvodstvo stali.* Moscova, Metallurghiia, 1967.
[3] Afanasiev, S.G. şi colectiv. In : *Izv. V.U.Z.* Ciornaia Metallurghiia, *U.R.S.S.*, nr. 5, 1971, p. 44—46 ; nr. 7, 1971, p. 41—43.
[4] Kazanţev, I.G. În : Stali, U.R.S.S., 1940, nr. 1, p. 16.
[5] Hamme, R. şi colectiv. . In : Stahl und Eisen, R.F.G., 1957, p. 1303.
[6] Dorofeev, G.A. In : Izv. V.U.Z. Ciornaia Metallurghiia, U.R.S.S., 1969, nr. 9, 36—41.
[7] Holden, C., Hogg, A. In : J. of the Iron and Steel Inst., S.U.A. 1960, nr. 3, 319.
[8] Afanasiev, S.G. şi colectiv : In : Stali, U.R.S.S., 1971, nr. 1, p. 23.
[9] Demin, G.I. şi colectiv : In : Izv. V.U.Z. Ciornaia Metallurghiia, U.R.S.S., 1969, nr. 11, p. 10.
[10] Romanciotti, A. şi Praitoni, A. In : La Metallurgia Italiana, 1977, nr. 9, p. 757.
[11] Lange, K.W. In : Archiv für das Eisenhüttenwesen, R.F.G., 1971, nr. 4, p. 1233.
[12] Iavoischi, V.I. şi colectiv : In : Izv. A.N.S.S.S.R. Metalli, U.R.S.S. 1971, nr. 4, p. 18.
[13] Baptizmanski, V.I. şi colectiv : In : Izv. V.U.Z. Ciornaia Metallurghiia, U.R.S.S.. 1975, nr. 12, p. 46.
[14] Flinn, R.A. şi colectiv : In : Trans. of the Metallurgical Society of AIME, S.U.A., 1967, vol. 239, p. 1776.
[15] Iavoischi, V.I. şi colectiv : *Teoria produvki stoleplavilnoi vanniî.* Moscova, Metallurghiia, 1974.
[16] Hoimes şi Thring In : J. of the Iron and Steel Institute, S.U.A. vol. 196, p. 259.
[17] Kootz, T. In : J. of the Iron and Steel Inst., 1960, vol. p. 256.
[18] Tokovai şi colectiv : In : Izv. V.U.Z. Ciornaia Metallurghiia, 1971, nr. 1, p. 48.
[19] Baptizmanski, V.I. şi colectiv : In : Izv. V.U.Z. Ciornaia Metallurghiia, U.R.S.S., 1975, nr. 10, p.44.
[20] Turkdogan, E. In : Chemical Engineering Science, 1966, nr. 21, p. 1135.
[21] Turkdogan, E. Scaninject IV, Part I, Luleă Suedia, iunie 11—13, 7986, p. 1.
[22] Rizescu, C. *Mutaţii şi tendinţe în tehnologiile din siderurgie.* Centrul de documentare M.I.M., 1987.
[23] Chatteryee, A. In : Ironmaking and Steelmaking, S.U.A., 1984, vol. 11, nr. 3.
[24] Rizescu, C. : În : Metalurgia, nr. 1—2, 1992, România, p. 10.

CONTRIBUȚII LA STUDIUL ACTIVITĂȚII ȘI SOLUBILITĂȚII CARBONULUI ÎN ALIAJE FEROASE

Dr. ing. L. APA

CZ : 669.11 : 669.784

Studiul coeficientului de activitate a unui element de aliere, respectiv a solubilității lui într-un aliaj în funcție de compoziție, se face, în mod obișnuit, prin metoda lui C. Wagner [1]. Conform acestei metode, logaritmul coeficientului de activitate a acestuia, în cazul de față a carbonului „γ_c", în funcție de concentrația elementelor de adaos Y_i, se poate dezvolta într-o serie Taylor astfel :

$$\ln \gamma_C = \sum_{i=1}^{k} \varepsilon_C^{Y_i} y_i + \sum_{i=1}^{k} \varepsilon_C^{Y_i Y_i} \cdot y_i^2 + \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{k} \varepsilon_C^{Y_i Y_j} \cdot y_i y_j \ldots \quad (1)$$

în care :

y_i, y_j reprezintă concentrațiile componenților în aliaj, exprimate în fracții molare ;

— $\varepsilon_C^{Y_i}$, $\varepsilon_C^{Y_i Y_i}$, $\varepsilon_C^{Y_i Y_j}$ — parametrii de interacțiune de ordinul unu, doi etc. ;

— k — numărul elementelor de aliere, inclusiv carbon ($Y_1 = C$).

În practica industrială se utilizează mai des concentrațiile exprimate în procente de greutate și se lucrează cu logaritmi zecimali. În acest caz, se folosește un alt rînd de parametri de interacțiune $e_C^{Y_i}$, $e_C^{Y_i Y_i}$, $e_C^{Y_i Y_j} \ldots$, iar relația (1) devine :

$$\lg \gamma_C = \sum_{i=1}^{k} e_C^{Y_i} [Y_i] + \sum_{i=1}^{k} e_C^{Y_i Y_i} [Y_i]^2 + \sum_{j=1}^{k} \sum_{j=1}^{k} e_C^{Y_i Y_j} [Y_i][Y_j] + \ldots \quad (2)$$

în care f_c reprezintă coeficientul de activitate în noua exprimare. Ca stare standard, se consideră o soluție cu 1% C în fier.

Între cele două rînduri de parametri de interacțiune $e_C^{Y_i}$ și $\varepsilon_C^{Y_i}$, există relația :

$$e_C^{Y_i} = \frac{1}{230{,}3} \left[\frac{M_{Fe}}{M_{Y_i}} (\varepsilon_C^{Y_i} - 1) + 1 \right] \quad 3)$$

în care M_{Fe} și M_{Y_i} reprezintă greutatea atomică a fierului, respectiv a elementului de aliere Y_i. Relații similare, dar mai complicate, sînt și între $\varepsilon_C^{Y_i Y_i}$ și $e_C^{Y_i Y_i}$ etc.

Calculul coeficientului de activitate, respectiv calculul solubilității carbonului, presupune cunoașterea parametrilor de interacțiune.

Parametrii de interacțiune a carbonului

În ceea ce privește *parametrii de ordinul întîi*, literatura de specialitate conține un număr însemnat de date. De asemenea, sînt indicate relații de forma : ε_C^Y sau $e_C^Y = \frac{a}{T} + b$, care exprimă dependența parametrilor de interacțiune de temperatură. Din păcate, în multe cazuri, aceste date nu sînt concordante.

Tabelul 1 cuprinde o serie de asemenea date după [2]—[9], pentru temperatura de 1600°C, indicînd și valorile cele mai probabile.

În cele ce urmează, se încearcă o sistematizare a parametrilor de interacțiune de ordinul întîi $\varepsilon_C^{Y_i}$, în funcție de locul ocupat de elementul de aliere în tabelul periodic al elementelor (fig. 1). Conform acestui grafic, elementele din aceeași grupă ar trebui să aibă parametrii de interacțiune apropiați. Acest lucru nu se confirmă decît în linii mari : datele citite din grafic corespund numai celor experimentale.

Este de observat faptul că nu ar trebui să avem parametri mai mici de —12 (conform graficului), ceea ce nu corespunde datelor experimentale ($\varepsilon_C^{Nb} = -17{,}9$, $\varepsilon_C^{Ta} = -17{,}9$, $\varepsilon_C^{Ti} = -13{,}1$).

O mai bună corelație între poziția ocupată de elementul Yi în tabelul periodic și parametrii $\varepsilon_C^{Y_i}$ se constată dacă se examinează

Tabelul 1

Parametrii de interacțiune de ordinul întîi e_c^y și ε_c^y pentru 1600°C

Table 1

e_c^Y and ε_c^Y first order interaction parameters for 1600°C

Elem. Y_i	Nr. atomic	$e_C^{Y_i} \cdot 10^2$ (după [2]–[9])	Valorile probabile $e_C^{Y_i} \cdot 10^2$	Valorile probabile $\varepsilon_C^{Y_i}$
1	2	3	4	5
H	1	67	67	3,7
B	5	24	24	9,7
C	6	15...23	20,7*	11,1*
N	7	11	11	7,1
O	8	−18(?)	(−18)?	(−11)?
Mg	12	7,0	7,0	7,7
Al	13	4,3...5,7	5,64*	6,78*
Si	14	4,8...11,6	9,33*	11,29*
P	15	4,6...7,6	7,54*	10,06*
S	16	6,8...9,0	8,8*	12,06*
Ca	20	−8,0	−8,0	−12,9
Ti	22	(−6,7)?	(−6,7)?	(−13,1)?
V	23	2,2...4,5	−4,5*	−9,36*
Cr	24	−1,7...−2,7	−2,7*	−5,72*
Mn	25	−0,7...−1,2	−0,74*	−1,66*
Fe	26	0	0	0
Co	27	0,65...1,2	1,0*	2,4*
Ni	28	1,05...1,29	1,26*	2,99*
Cu	29	1,6...2,24	2,24*	5,72*
Ga	31	3,16	3,16	8,85
Ge	32	0,8	0,8	2,1
As	33	4,3	4,3	12,9
Zr	40	(−7,0)?	(−7,0)?	
Nb	41	−4,5...−6,0	−4,5	−17,9
Mo	42	−0,33...−0,85	−0,85*	−4,1*
Ag	47	2,8	2,8	11,5
In	49	2,09	2,09	8,8
Sn	50	1,0...3,0	3,0	13,5
Sb	51	2,90	2,9	13,4
Ta	73	−2,1	−2,1	−17,9
W	74	−0,3...−1,4	−0,3	−4,58
Pb	82	0,84	0,84	4,4

* Valorile sînt verificate prin calculele de solubilitate din lucrare.

mărimea acestora, în funcție de numărul atomic în cadrul aceleiași perioade : mărimea parametrilor prezintă, în general, o tendință crescătoare o dată cu numărul atomic (fig. 2).

Deși corelațiile menționate mai sus nu constituie o bază pentru determinarea exactă a parametrilor de interacțiune, ele oferă o privire de ansamblu asupra acestor mărimi și pot da un indiciu pentru evaluarea aproximativă a lor, în special în cazul elementelor pentru care nu dispunem de date experimentale.

Pentru parametrii e_C^C și e_C^{Si}, care sînt de mare importanță în calculul activității și solubilității carbonului în fier (fonte), din prelucrarea grafică a unui însemnat număr de date [2], [4], [5], [7], [9] s-a încercat stabilirea unor relații proprii :

$$e_C^C = \frac{416}{T} - 0{,}0159$$

$$e_C^{Si} = \frac{123}{T} + 0{,}0276 \qquad (4)$$

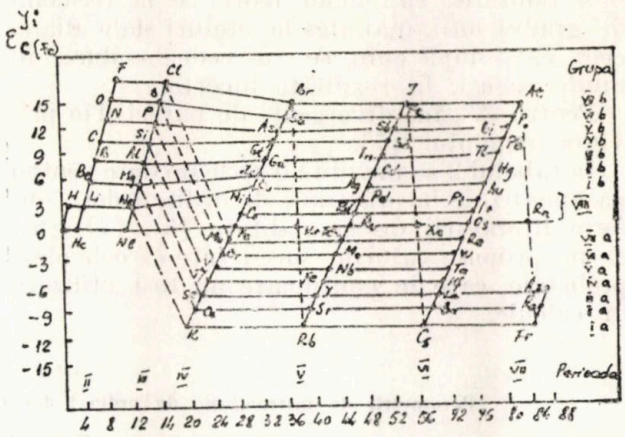


Fig. 1. Încercare de amplasare a parametrilor de interacțiune ai carbonului în tabelul periodic al elementelor

Fig. 1. An attempt to place carbon interaction parameters in the periodical system

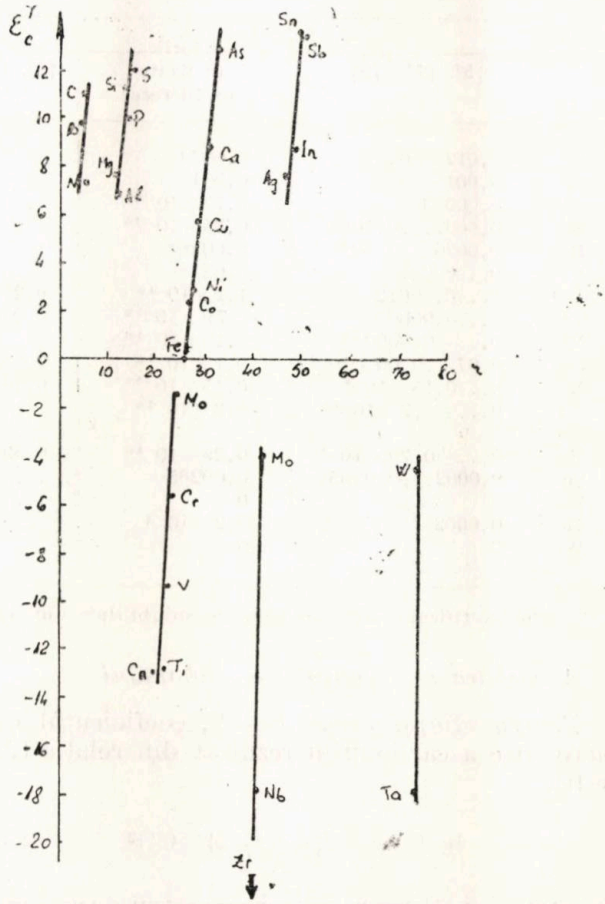


Fig. 2. Corelări între numărul atomic și parametrii de interacțiune

Fig. 2. Correlations between the atomic number and interaction parameters

care au fost considerate ca cele mai probabile și au fost utilizate în continuare în calcule (T = temperatura în K).

În ceea ce privește *parametrii de ordinul doi* $e_C^{Y_iY_i}$, $e_C^{Y_iY_j}$, literatura de specialitate este mai săracă în date. Unii cercetători consideră posibilă limitarea calculelor teoretice la termenii de gradul întîi, mai ales la oțeluri slab aliate, ceea ce — după cum se va vedea — duce, în multe cazuri, la rezultate incerte.

Pentru e_C^{CC} sînt divergențe de păreri și în privința semnului [7].

În tabelul 2 se prezintă o serie de date pentru parametrii de interacțiune de ordinul doi, conform literaturii de specialitate [5], [7]—[9], și sînt propuse valorile considerate ca cele mai probabile, care în continuare au fost utilizate în calcule.

Tabelul 2

Parametrii de interacțiune de ordinul doi (1600°C)

Table 2

Second order interaction parameters for 1600°C

Y_i	$e_C^{Y_iY_i}$		$e_C^{CY_i}$	
	[5], [7]—[9]	valorile utilizate în lucrare	[5], [7], [9]	valorile utilizate în lucrare
C	−0,012...0,027	0,0074*		—
N	0,0015	0,0015	...	...
Al	−0,00073	$-0{,}73\times10^{-3}$*	...	$3{,}77\times10^{-3}$*
Si	0,0002...0,0007	$0{,}35\times10^{-3}$*	...	...
P	0,0026...0,004	0,0026*	...	0,0165*
S	0...0,021	0,021*	...	...
V	0...0,00012	$1{,}2\times10^{-4}$*	$0{,}29\times10^{-3}$	$0{,}29\times10^{-3}$*
Cr	0...0,000079	$0{,}79\times10^{-4}$*	0,0028	0,0012*
Mn	0...−0,000016	$-0{,}16\times10^{-4}$*	...	...
Co	$0{,}07...0{,}09\times10^{-4}$	$0{,}1\times10^{-4}$*	$0{,}2\times10^{-3}$	$0{,}2\times10^{-3}$*
Ni	$0...0{,}15\times10^{-4}$	$0{,}15\times10^{-4}$*	$0{,}26\times10^{-3}$	$0{,}26\times10^{-3}$*
Cu	$0...-1{,}2\times10^{-4}$	$-1{,}2\times10^{-4}$*	...	...
Nb	0	0	...	...
Mo	$0...-0{,}29\times10^{-4}$	$-0{,}29\times10^{-4}$*	$0{,}59\times10^{-3}$	$0{,}59\times10^{-3}$*
Sn	0,0002...0,0265	0,00265	...	...
Sb	0	0	...	...
Ta	−0,0002	$-0{,}2\times10^{-3}$	...	...
W	0	0	...	...

* Valori verificate prin calculele de solubilitate din lucrare

Activitatea și solubilitatea carbonului

Pentru *aliajul binar Fe—C*, coeficientul de activitate a carbonului rezultat din relația (2) este:

$$\lg f_{Co} = e_C^C[C'_o] + e_C^{CC}[C'_o]^2 \qquad (5)$$

în care e_C^C și e_C^{CC} reprezintă parametrii de acțiune ai carbonului asupra lui însuși, iar $[C'_o]$ concentrația carbonului în procente de greutate în aliaj. Această expresie este valabilă și atunci cînd conținutul de carbon (grafit) ajunge la saturație $[C_0]$:

$$\lg f_{Co} = e_C^C[C_0] + e_C^{CC}[C_0]^2 \qquad (5')$$

Solubilitatea carbonului $[C_0]$ în fier depinde de temperatură. Pentru domeniul posteutectic ea este redată satisfăcător de relația:

$$[C_0] = 1{,}34 + 2{,}54 \cdot 10^{-3} \cdot t \qquad 6)$$

în care „t" reprezintă temperatura în °C.

Pentru un *aliaj ternar* Fe—C—Y, în care Y este un element de aliere oarecare, relația (2), limitîndu-se la termenii de gradul doi, devine:

$$\lg f_C = e_C^C[C'] + e_C^Y[Y] + e_C^{CC}[C']^2 + e_C^{CY}[C'][Y] + e_C^{YY}[Y]^2 \qquad (7$$

sau pentru conținutul de carbon ajuns la saturație $[C]$:

$$\lg f_C = e_C^C[C] + e_C^Y[Y] + e_C^{CC}[C]^2 + e_C^{CY}[C][Y] + e_C^{YY}[Y]^2 \qquad (7')$$

Dacă pentru cele două sisteme Fe—C și Fe—C—Y ne referim la aceeași stare standard și la aceeași temperatură, se poate scrie:

$$\left.\begin{aligned} &f_C \cdot [C] = f_{Co}\,[C_0] \\ &\text{sau} \\ &\lg [C] = \lg [C_0] + \lg f_{Co} - \lg f_C \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

De aici, folosind relațiile (5') și (7'), se poate calcula solubilitatea carbonului [C] în sistemul ternar Fe—C—Y:

$$\left.\begin{aligned} &\lg [C] + e_C^C[C] + e_C^{CC}[C]^2 + e_C^{CY}[C][Y] = \lg [C_0] + \\ &+ e_C^C[C_0] + e_C^{CC}[C_0]^2 - (e_C^Y[Y] + e_C^{YY}[Y]^2) \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

În raport cu [C], relația (9) reprezintă o ecuație transcedentală rezolvabilă prin metode de aproximare.

Comparația dintre valorile de solubilitate a carbonului, calculate pentru diferite elemente de aliere și concentrații, și datele experimentale, poate confirma sau infirma valabilitatea valorilor parametrilor de interacțiune folosiți, precum și valabilitatea metodei de calcul.

În lucrare, relația (9) a fost aplicată pentru calculul solubilității carbonului (grafit) în aliaje Fe—C—Y la 1600°C pentru un număr de

Tabelul 3

Influența unor elemente de aliere asupra activității și solubilității carbonului în aliaje feroase la 1600°C

Table 3

The influence of certain alloying elements on carbon activity and solubility in iron alloys at 1600°C

Sistemul	Parametrii de interacțiune	Influența elementului de aliere asupra activității și solubilității carbonului				
Fe–C–Si*	$e_C^{Si} = 0{,}0933$ $e_C^{SiSi} = 0{,}00035$	%Si	4,0	10	14	18
		%C	4,13	2,41	1,48	0,80
		lgf_c^{Si}	0,379	0,882	1,375	1,79
Fe–C–Mn*	$e_C^{Mn} = -0{,}0074$ $e_C^{MnMn} = -0{,}000016$	%Mn	5,0	10	20	
		%C	5,55	5,70	6,15	
		lgf_c^{Mn}	−0,043	−0,0856	−0,212	
Fe–C–P	$e_C^{P} = 0{,}0754$ $e_C^{PP} = 0{,}0026$ $e_C^{CP} = 0{,}0165$ (?)	%P	2,5	5,0		
		%C	4,71	3,45		
		lgf_c^{P}	0,205	0,442		
Fe–C–S*	$e_C^{S} = 0{,}088$ $e_C^{SS} = 0{,}021$ (?)	%S	1,0	2,5		
		%C	5,02	4,22		
		lgf_C^{S}	0,109	0,350		
Fe–C–Ni	$e_C^{Ni} = 0{,}0126$ $e_C^{NiNi} = 0{,}15\times10^{-4}$ $e_C^{CNi} = 0{,}00026$	%Ni	2,5	5,0	10	17,5	20
		%C	5,31	5,21	5,05	4,73	4,63
		$lgf_c^{N_i}$	0,0315	0,063	0,126	0,2205	0,258
Fe–C–Cr	$e_C^{Cr} = -0{,}027$ $e_C^{CrCr} = 0{,}79\times10^{-4}$ $e_C^{CCr} = 0{,}0012$	%Cr	3,0	5,0	10	20	
		%C	5,56	5,66	5,91	6,37	
		lgf_C^{cr}	−0,0803	−0,133	−0,262	−0,508	
Fe–C–Co	$e_C^{Co} = 0{,}010$ $e_C^{CoCo} = 0{,}1\times10^{-4}$ $e_C^{CCo} = 0{,}0002$	%Co	5,0	10	20	
		%C	5,25	5,1	4,8	
		lgf_C^{Co}	0,0503	0,101	0,204	
Fe–C–Mo	$e_C^{Mo} = -0{,}0085$ $e_C^{MoMo} = -0{,}29\times10^{-4}$ $e_C^{CMo} = 0{,}00059$	%Mo	5,0	10	20	
		%C	5,47	5,55	5,70	
		lgf_C^{Mo}	−0,0431	−0,0879	−0,182	
Fe–C–V	$e_C^{V} = -0{,}045$ $e_C^{VV} = 1{,}2\times10^{-4}$ $e_C^{CV} = 2{,}9\times10^{-4}$	%V	5,0	7,5	10	
		%C	6	6,29	6,56	
		lgf_C^{V}	−0,225	−0,337	−0,449	
Fe–C–Cu*	$e_C^{Cu} = 0{,}0224$ $e_C^{CuCu} = -0{,}00012$	%Cu	2,5	5,0	10	
		%C	5,26	5,03	4,6	
		lgf_C^{Cu}	0,0553	0,109	0,212	
Fe–C–Al	$e_C^{Al} = 0{,}0564$ $e_C^{AlAl} = -0{,}00073$ $e_C^{CAl} = 0{,}00377$	%Al	5	10	15	
		%C	4,46	3,7	3,11	
		lgf_C^{Al}	0,264	0,491	0,682	
Fe–C–Nb	$e_C^{Nb} = -0{,}065$ $e_C^{NbNb} = 0$	%Nb	8,05			
		%C	7,28			
		lgf_C^{Nb}	−0,520			

* Calculat după relația simplificată (11)

OBS.: Conținutul inițial de carbon în sistemul binar %/Co/ = 5,4;
Parametrii de interacțiune folosiți sînt următorii: $e_C^{C} = 0{,}207$; $e_C^{CC} = 0{,}0074$

12 elemente de aliere: Si, Mn, S, P, Cr, Ni, Co, V, Mo, Nb, Cu și Al. Din investigațiile făcute în cazul unor elemente de aliere care diminuează solubilitatea carbonului în aliaje feroase, a rezultat că suma termenilor $e_C^{CC}[C]^2+e_C^{CY}[C][Y]$ din membrul întîi al relației (9) este apropiată ca mărime de termenul $e_C^{CC}[Co]^2$ din membrul doi. Astfel, se poate admite aproximația:

$$e_C^{CC}[C]^2 + e_C^{CY}[C][Y] = (e_C^{CC}[C] + e_C^{CY}[Y])[C] \simeq \simeq e_C^{CC}[C_0]^2 \qquad (10)$$

Pentru aceste cazuri, relația (9) se simplifică sensibil, devenind:

$$\lg [C] + e_C^C[C] = \lg [C_0] + e_C^C[C_0] - (e_C^Y[Y] + e_C^{YY}[Y]^2) \qquad (11)$$

Relația (11) a dat rezultate satisfăcătoare pentru Si, Mn, S, Cu. Pentru celelalte elemente de aliere, în special cele care măresc sensibil solubilitatea carbonului (V și Cr), în scopul obținerii unor valori satisfăcătoare, se impune folosirea relației complete (9).

În tabelul 3 se redau rezultatele obținute prin aplicarea relațiilor (9) și (11) pentru cele 12 sisteme studiate la 1600 °C, fiind prezentați și parametrii de interacțiune folosiți. Pe baza acestor valori s-a realizat figura 3. Datele rezultate din calcul sînt foarte apropiate de cele experimentale, comunicate în lucrările de specialitate [3], [5], [9] (diferențe de $\pm 0{,}01 \ldots 0{,}04\%$C).

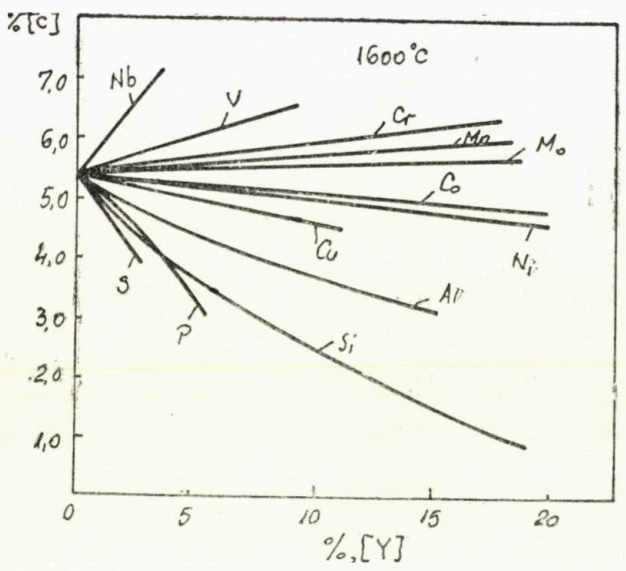


Fig. 3. Influența unor elemente de aliere asupra solubilității carbonului în fier

Fig. 3. The influence of certain alloying elements on carbon solubility in iron

Pentru siliciu, care alături de carbon constituie elementul de aliere principal în fontele cenușii, s-au făcut calcule pentru mai multe temperaturi (1400, 1500 și 1600°C) (tab. 4) și concentrații de siliciu (din 2 în 2 procente).

Tabelul 4

Solubilitatea carbonului în fier, în funcție de conținutul de siliciu. Comparația dintre valorile calculate și cele experimentale

Table 4

Carbon solubility in iron versus silicon content. Comparison between evaluated and experimental values

Temp., K		Conținutul de siliciu, % de greutate							
		0	2	4	6	8	10	14	18
1673	I	4,9	4,26	3,66	3,05	2,50	1,98	1,08	0,49
	II	4,9	4,13	3,53	3,02	2,50	2,04	1,21	0,59
1773	I	5,15	4,51	3,89	3,29	2,72	2,19	1,28	0,63
	II	5,15	4,39	3,74	3,22	2,70	2,22	1,36	0,77
1873	I	5,40	4,75	4,13	3,52	2,96	2,41	1,48	0,79
	II	5,40	4,63	4,10	3,35	2,90	2,42	1,53	0,91

I Valori calculate după relația (11)
II Date experimentale [9]

Deși valorile se referă la un domeniu destul de larg de concentrații și temperaturi, diferențele dintre cele două rînduri de date nu sînt însemnate.

Concluzii

Concordanța dintre valorile de solubilitate calculate și cele determinate experimental constituie o confirmare a valabilității parametrilor de interacțiune folosiți și a metodei de calcul aplicate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Wagner, C. *Thermodynamics of alloys.* Londra, Reading-Max, 1953.
[2] Schenck H., Gloz, M., Steinmetz, E. In: Archiv f.d. Eisenhütten, R.F.G., nr. 1/1970, p. 1—3.
[3] H-HSIN FOO. Lupis, C.H. In: Metall. Transact. S.U.A., vol. 3, nr. 8, 1972, p. 2125—2131.
[4] Vacu, Silvia și col. *Elaborarea oțelurilor aliate.* București, Ed. Tehnică, 1980, p. 66—68.
[5] Dragomir, I. In: *Teoria proceselor siderurgice.* București, Ed. Tehnică, 1986, p. 145 și anexele 5, 6.
[6] Balșov, L.A. In: Izv. Ak. Nauk., U.R.S.S., Metalli, nr. 1/1981, p. 217—223.
[7] Sabirzianov, T.G. In: Izv. VUZ, Ciornaia Metall., U.R.S.S., nr. 11/1984, p. 8—11.
[8] Graav, B.A., Kupriașin, B.A. In: Izv. VUZ, Ciornaia, Metall., U.R.S.S., nr. 3/1988, p. 9—13.
[9] Sabirzianov, T.G. In: VUZ, Ciornaia Metall., U.R.S.S., nr. 1/1989, p. 1—4.

CERCETĂRI PRIVIND RAFINAREA SILICIULUI TEHNIC

Dr. ing. MARIA NICOLAE
Dr. ing. E. RUSU
Ing. N. CONSTANTIN
Ing. V. GEANTĂ
Institutul Politehnic București
Ing. D. SOCOTITU
C. M. TULCEA

CZ : 546.28 : 669.054

Producția de feroaliaje cu siliciu în România se bazează pe materii prime indigene care, însă, nu permit obținerea unor produse de mare puritate fie că este vorba de ferosiliciul cu 65—75% Si, fie de siliciul tehnic, puritate impusă de industria electrotehnică, chimică sau electronică.

În cazul siliciului tehnic, caracteristicile materiilor prime și reducătorului, precum și condițiile fizico-chimice din cuptoarele electrice continue de reducere permit realizarea unui conținut de siliciu de 97—99%. Principalele impurități care apar sînt aluminiul, fierul, calciul și uneori titanul. Ele provin din sterilul cuarțitei și din cenușa reducătorului și a electrozilor.

Gradul de puritate impus este în funcție de destinația siliciului tehnic. Astfel, pentru fabricarea aliajelor neferoase speciale (75% din producția siliciului tehnic are această destinație) suma impurităților (aluminiu, calciu, fier) trebuie să fie ≤1,5%.

Obținerea siliciului tehnic se poate realiza numai prin rafinarea în afara cuptorului. Dacă rafinarea se aplică stării lichide (imediat după evacuarea siliciului tehnic din cuptor), se poate utiliza energia termică acumulată de aceasta, iar pierderile de siliciu sînt minime.

Micșorarea conținutului de impurități se poate realiza prin oxidare sau prin halogenare.

Rafinarea prin oxidare

Încercările de rafinare a siliciului tehnic s-au făcut pe 24 de probe de circa 800 kg fiecare, cu oxigen tehnic suflat în baia metalică, cu ajutorul unei lănci din grafit.

Presiunea de suflare a oxigenului a variat între 3 și 10 atm ,iar durata de suflare — între 60 și 180 s.

În tabelul 1 este prezentată compoziția chimică (valori medii) a siliciului tehnic înainte și după rafinare.

Tabelul 1

Compoziția chimică a siliciului tehnic

Table 1

Chemical composition of technical silicon

Elementele	Si	Al	Ca	Fe
Standard	97,88	0,62	0,325	1,14
Rafinat prin oxidare	98,58	0,47	0,14	0,81
Gradul de îndepărtare, %	—0,7	24	57,2	28,9

Analizînd statistic gradul de îndepărtare a impurităților și variația conținutului de siliciu, în funcție de presiunea de suflare a oxigenului, de durata de suflare, de temperatura de lucru și de conținutul inițial de elemente din siliciul tehnic supus rafinării prin oxidare, s-au desprins o serie de ipoteze :

— Creșterea presiunii de suflare a oxigenului gazos de la 3 la 10 atm influențează pozitiv asupra gradului de puritate a siliciului tehnic (fig. 1). Analiza statistică a acestor dependențe a dus la obținerea unor coeficienți de corelație buni (0,711÷0,918). Cea mai mare influență se constată asupra oxidării calciului, pentru care gradul de îndepărtare ajunge la 40—50%, și mai puțin asupra oxidării aluminiului și fierului.

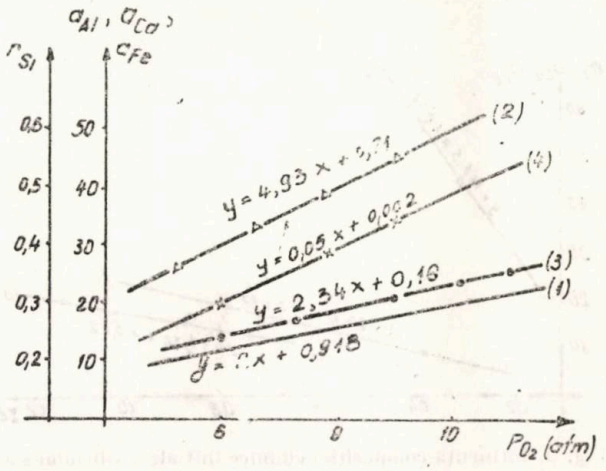


Fig. 1. Influența presiunii oxigenului asupra gradelor de puritate a siliciului

Fig. 1. Oxygen pressure influence on silicon purity degree

— Durata de tratament are o influență pozitivă asupra oxidării tuturor impurităților urmărite și a gradului de îmbogățire în siliciu a aliajului. Coeficienții de corelație obținuți depășesc în toate cazurile 0,9 (fig. 2). Se constată cea mai mare influență asupra conținutului de calciu, urmat de aluminiu și fier.

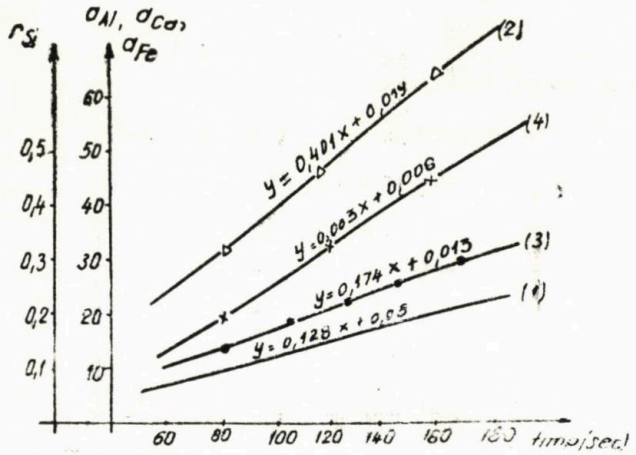


Fig. 2. Influența duratei tratamentului asupra gradului de îndepărtare a impurităților

Fig. 2. The influence of the treatment time on the fraction of removed inclusions

— Conținutul inițial de impurități este un factor primordial pentru conținutul final de calciu și intluențează în mai mică măsură conținutul de Al și Fe. Dependența este, însă, evidentă, așa după cum arată coeficienții de corelație care au valori peste 0,87.

— Între conținutul inițial și final de siliciu nu se poate vorbi de o corelație liniară, coeficientul de corelație fiind de 0,174, iar gradul de împrăștiere a punctelor pe cîmpul diagramei este foarte mare și nu pare să urmeze o anumită lege matematică.

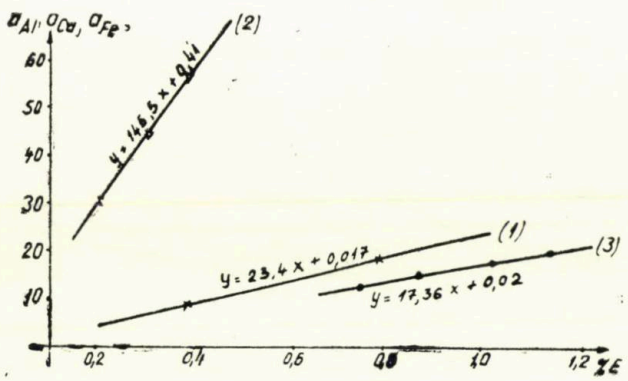


Fig. 3. Influența compoziției chimice inițiale a siliciului asupra rafinării cu O_2

Fig. 3. The influence of the initial chemical composition of the silicon on refinement with O_2

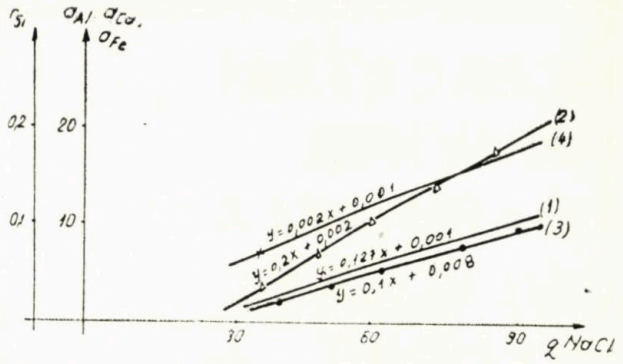


Fig. 4. Influența consumului specific de NaCl asupra gradului de puritate a siliciului

Fig. 4. The influence of the specific Na Cl consumption on silicon purity degree

Față de cele arătate se poate constata faptul că rafinarea siliciului tehnic cu oxigen gazos este posibilă, iar rezultatele, chiar dacă nu sînt spectaculoase, nu sînt nici de neglijat. Cele afirmate se bazează pe rezultatele obținute pentru micșorarea conținuturilor de aluminiu cu ≈25%, de calciu cu peste 57% și de fier cu ≈30% (tab. 1) în condițiile îmbogățirii aliajului cu ≈0,7% siliciu.

Obținerea unui grad de îndepărtare pentru calciu de 2,5 ori mai mare față de cel obținut pentru aluminiu se poate explica prin caracterul bazic al oxidului de calciu, care este ușor asimilat de o zgură saturată cu SiO_2. Oxidarea fierului este mai slabă decît a celorlalte impurități atît datorită afinității lui mai mici față de oxigen cît și datorită greutății specifice mai mari.

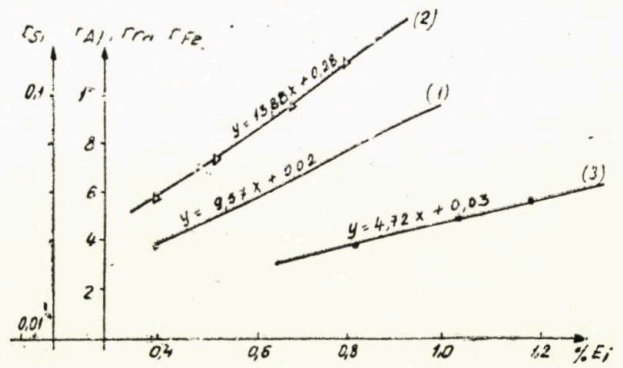


Fig. 5. Influența compoziției chimice inițiale asupra rafinării cu NaCl

Fig. 5. The influence of the initial chemical composition on refining with NaCl

Rafinarea cu clorură de sodiu

Rafinarea prin clorurare se poate realiza cu clor gazos sau cu compuși pe bază de clor. Rafinarea cu clor gazos pune serioase probleme privind stocarea și manipularea lui, în ideea evitării accidentelor și infestării mediului.

Ţinînd seamă de toate acestea, s-a apelat la rafinarea siliciului tehnic cu clorură de sodiu, care este şi cea mai accesibilă.

Rafinarea s-a făcut prin metoda injecţiei. Granulaţia utilizată a fost de 0,3—5 mm. Presiunea gazului purtător (argonul) a fost de 1,5—2,0 atm. Consumul specific de clorură de sodiu a fost de la 31 pînă la 94 kg pe tona de siliciu tehnic. Durata tratamentului a fost menţinută constantă (5 min pentru ≈800 kg din siliciul lichid tratat).

Rezultatele obţinute pentru un număr de 24 de şarje au fost prelucrate statistic prin analiză de regresie liniară.

Concluzii

Creşterea consumului specific de clorură de sodiu de la 30 la 90 kg/t duce la creşterea gradului de puritate a siliciului. Cea mai mare influenţă se constată asupra calciului (fig. 4). Dependenţa liniară a parametrilor studiaţi este foarte bună, coeficienţii de corelaţie avînd valori între 0,888 şi 0,997.

Tabelul 2

Compoziţia chimieă medie a siliciului tehnic, %

Table 2

Average chemical composition of technical silicon

Elementele	Si	Al	Ca	Fe
Standard	97,67	0,68	0,56	1,09
Rafinat cu NaCl	97,95	0,60	0,467	1,0
Gradul de îndepărtare	—0,3	11,8	19,1	8

Gradul de îndepărtare a impurităţilor depinde, în mare măsură, de conţinutul lor iniţial, mai ales pentru aluminiu şi fier, pentru care $r = 0{,}849$ şi respectiv 0,872 faţă de numai 0,636 pentru calciu. El creşte o dată cu creşterea acestor conţinuturi (fig. 5). Cea mai mare influenţă o are, şi de această dată, conţinutul iniţial de calciu.

Gradul global de rafinare cu clorură de sodiu comparativ cu cel cu oxigen gazos este sensibil mai mic. Astfel, micşorarea conţinuturilor de aluminiu, calciu şi fier sînt de 12, 19 şi 8%, faţă de 25, 56 şi 30% cît s-a realizat prin oxidare.

Acest lucru se datorează faptului că temperatura de lucru la rafinarea cu NaCl a fost relativ mică (1600°C), ceea ce a avantajat într-o oarecare măsură numai îndepărtarea calciului.

Îmbogăţirea aliajului în siliciu este favorabilă tot rafinării prin oxidare, pentru care creşterea concentraţiei siliciului este de 0,7% faţă de numai 0,3% la rafinarea cu NaCl (tab. 2).

Avînd în vedere cele arătate, se recomandă rafinarea prin injecţie cu NaCl numai atunci cînd gradul de impurificare a siliciului este sub 1,5%, cu condiţia ca temperatura de lucru să fie ridicată (circa 1800°C) sau drept gaz purtător să se folosească aerul.

În cazul în care suma impurităţilor depăşeşte 2%, se recomandă mai întîi o rafinare cu oxigen la temperaturi de 1550—1600°C, cca 3 min (timp în care are loc şi creşterea temperaturii), după care să se continue rafinarea cu NaCl prin injecţie.

ÎNDREPTAREA TABLELOR PRIN ÎNTINDERE STRETCHER PENTRU ALUMINIU

Ing. N. MAEREAN
IPROLAM

CZ : 669.686.5

Îndreptarea tablelor prin întindere este o operație de finisare în stare rece, care asigură o calitate superioară a tablelor.

Tablele de utilizare obișnuită se îndreaptă pe mașini cu mai multe role și numai cele cu destinație specială, care necesită proprietăți superioare, se supun operației de îndreptare prin întindere.

Îndreptarea prin întindere se aplică în producția de table din aliaje de aluminiu și table din oțel, în special cele cu conținut redus de carbon.

Considerații asupra tablelor rezultate din laminare

Pentru a înțelege mai bine fenomenul de îndreptare a tablelor, este necesar să definim cauzele care provoacă ondularea lor.

Defectul obișnuit al laminării tablei este reducerea neuniformă a acesteia pe lățime. Aceasta se produce datorită următoarelor cauze :

— neuniformitatea fantei între cilindrii de laminare ;

— neuniformitatea grosimii materialului care intră între cilindrii cajei de laminare ;

— neuniformitatea temperaturii materialului în toată secțiunea (la laminarea la cald) ;

— răcirea și ungerea neuniformă a tăbliei cilindrilor și a materialului în procesul de laminare ;

— ovalitățile și excentricitățile în lagărele cilindrilor de laminare, diferite pe o parte față de cealaltă.

Reducerea neuniformă atrage după sine o alungire diferită ca mărime a sectoarelor longitudinale separate ale tablei. Sectoarele, care în procesul de laminare își reduc grosimea mai mult, capătă o întindere mai mare pe lungime și produc tensiuni interne mari, față de sectoarele reduse mai puțin, provocînd ondulări.

La laminarea la cald a tablelor groase, datorită plasticității mari a materialului și a rigidității transversale a acestora, sectoarele mai alungite învinge ușor acțiunea reciprocă a sectoarelor vecine și, mărind în locul dat lungimea tablei, provoacă ondulări centrale sau marginale.

Tablele subțiri, care au stabilitate transversală mică atunci cînd în procesul de laminare au loc alungiri diferite pe sectoare longitudinale, formează o suprafață sub formă de valuri (scorojire).

În figura 1 sînt prezentate unele cazuri de table ondulate.

Neuniformitatea regimului termic la tratamentul termic al tablei este una din cauzele ondulării tablelor. Din punct de vedere tehnologic, este imposibil de asigurat un regim absolut constant în tot materialul tablei.

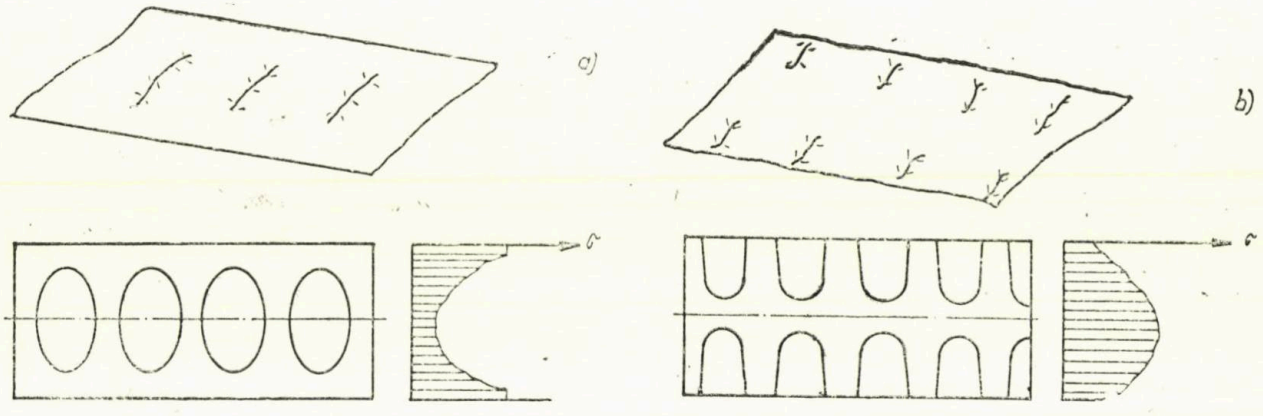


Fig. 1. Aspecte tipice de ondulare a tablelor la laminare

Fig. 1. Typical aspects of plate rolling side strain

Gradul de ondulare a laminatului de tablă se stabileşte prin diferenţa lungimilor între diferitele sectoare longitudinale; acesta se măsoară prin aşezarea tablei pe o suprafaţă plană, peste care se aplică un linial. La tablele subţiri sub 1 mm grosime se verifică cu dispozitive speciale, cu micrometru pe cursor.

În figura 2 se reprezintă un astfel de dispozitiv.

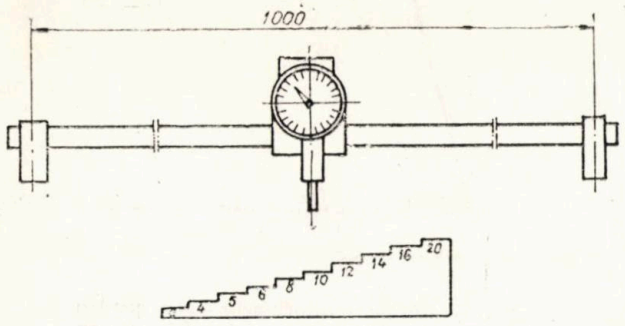


Fig. 2. Dispozitiv pentru verificarea planităţii tablelor subţiri

Fig. 2. Sheet flatness check device

Pentru definirea valorii ondulării tablelor, se utilizează ca indicator neuniformitatea relativă a alungirii sectoarelor longitudinale ale tablei. Neuniformitatea relativă a întinderii se poate prezenta sub forma :

$$\beta = \frac{L_M - L_m}{L}$$

unde :

L_M şi L_m sînt lungimea maximă şi minimă ale sectoarelor tablei;

L — lungimea tablei.

Considerînd, simplificat, că ondularea are curbarea alternativă numai pe o direcţie, ca în figura 1, şi folosind relaţiile geometrice pentru calculul lungimii arcului, în funcţie de săgeată şi lungimea coardei, se poate exprima gradul de ondulare astfel :

$$\beta = \frac{\pi^2}{4^2} \cdot \alpha^2; \qquad \alpha = \frac{h}{l}$$

unde :

h este săgeata ondulaţiei;

l = lungimea ondulaţiei.

Prin urmare, ca indicator al ondulării trebuie considerat raportul $\left(\frac{h}{l}\right)^2$. Aceasta înseamnă că, pentru orice formă de modificare a ondulării la fiecare tablă (mai ales la table subţiri), mărimea ei comparabilă rămîne constantă.

Grosimea diferită în secţiunea transversală a tablei are o mare importanţă în tehnologia de îndreptare a tablelor prin întindere.

Din procesul de laminare rezultă table cu abateri de grosime pe lăţime : formă concavă, convexă, formă de pană sau combinaţii din acestea, forme care impun anumite condiţii la construcţia maşinilor de îndreptat.

Tabla care se supune întinderii trebuie să fie bine prinsă în fălcile capetelor de întindere pe toată lăţimea. Forma diferită în secţiunea tablelor face ca fălcile maşinilor de îndreptat să fie segmentate pentru adaptarea la forma tablei.

Tehnologia de îndreptare prin întindere

Îndreptarea tablelor prin întindere se face în stare rece. Tablele din aluminiu se îndreaptă în stare laminată, iar cele din aliaje din aluminiu în stare călită.

Tablele din aliaje de aluminiu trebuie îndreptate în mai puţin de o oră de la călire, pentru ca operaţia de întindere să se facă pînă la apariţia efectelor de îmbătrînire naturală, atunci cînd rezistenţa la curgere devine ridicată.

În figura 3 este reprezentată schematic structura materialului înainte şi după procesul de îndreptare :

— figura 3, *a* reprezintă structura iniţială;

— figura 3, *b* arată structura după operaţia de îndreptare.

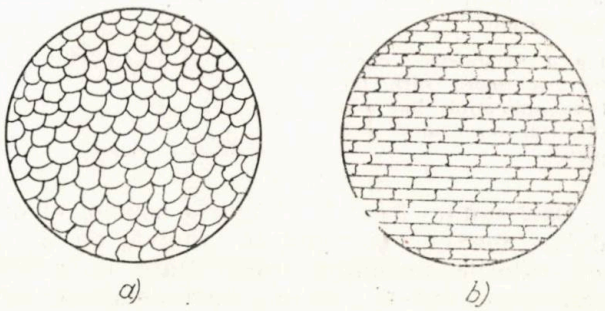


Fig. 3. Aspectul schematic al structurii metalice înainte *a)* şi după *b)* procesul de îndreptare prin întindere

Fig. 3. Schematic diagram of the metal structure before *a)* and after *b)* the straightening by stretching

Rezistenţa tablei îndreptate creşte cu 10 pînă la 30%, faţă de tablele care nu au fost supuse unei astfel de operaţii, alungirea relativă fiind în limitele 1—3%.

Tabla care urmează să fie îndreptată se fixează cu capetele în cleme şi apoi, prin deplasarea uneia din cleme, se întinde la o mărime a alungirii relative proprie fiecărui material.

Determinarea parametrilor tehnologiei de bază a procesului

În procesul de întindere a laminatului, se produce o întindere plastică neuniformă a sectoarelor longitudinale.

Sectoarele în linie dreaptă ale tablei se întind elastoplastic pînă la lungimea sectoarelor ondulate. În această fază, tabla devine plană, dar cu tensiuni interne între sectoarele respective.

Prin urmare, alungirile relative ale diferitelor sectoare se vor găsi în valori determinate de gradul de ondulare.

În figura 4 este reprezentată alungirea a două zone cu stare de ondulare diferită la un material cu proprietăţi fizico-mecanice constante.

În figura 5 este reprezentată alungirea a două zone cu stări de ondulare identice, dar cu proprietăţi fizico-mecanice diferite ale materialului.

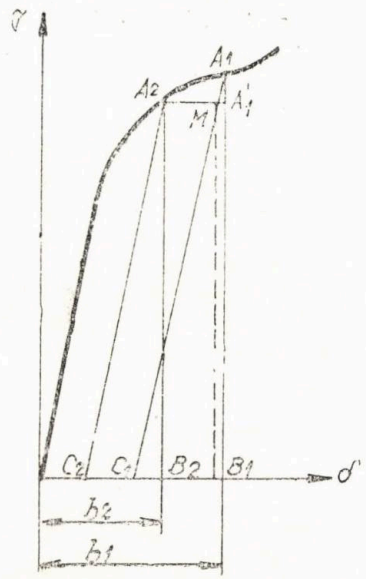


Fig. 4. Curba tensiune-deformaţie pentru două zone cu ondulaţii diferite dar cu aceleaşi caracteristici fizico-mecanice

Fig. 4. Strain-stress curve for two zones with different side strain but with identical mechanical properties

Dacă notăm δ_M şi δ_m alungirile zonelor cu ondulare maximă şi ondulare minimă, cu σ_M şi σ_m valorile tensiunilor dezvoltate în zonele respective, putem scrie că, între două sectoare cu stări iniţiale diferite, se menţine(după încetarea operaţiei de întindere) o deformare relativă care este dată de formula :

$$\Delta\delta = \frac{\sigma_M - \sigma_m}{E},$$

unde E este modulul lui Young.

În cazul prezentat în figura 4, deformaţia remanentă este reprezentată prin segmentul B, $N = A$, M, iar în cazul prezentat în figura 5, deformaţia remanentă este reprezentată prin segmentul CC.

Se constată că îndreptarea are rezultate bune la acele materiale la care curgerea începe şi se continuă la o valoare constantă a efortului unitar. Condiţii mai apropiate de această cerinţă o au tablele din materiale cu plasticitate ridicată şi, mai ales, cu proprietăţi omogene în masa materialului.

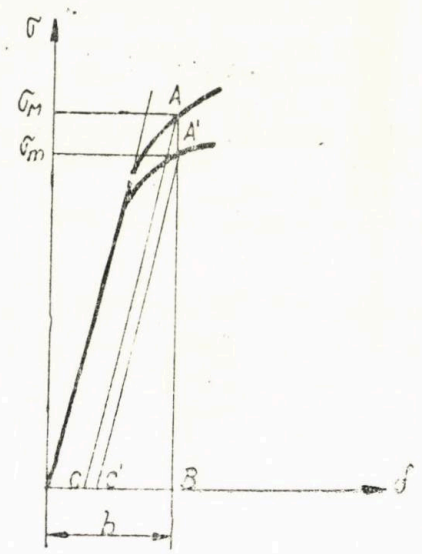


Fig. 5. Curba tensiune-deformaţie pentru două zone cu ondulare identică şi cu caracteristici fizico-mecanice identice

Fig. 5. Strain-stress curve for two zones with identical side strain and with identical mechanical properties

Influenţa modului de înclemare a capetelor tablei asupra procesului de îndreptare

Dispozitivele de înclemare strîng rigid capetele tablei pe toată lăţimea, împiedicînd orice deplasare a sectoarelor longitudinale între ele. Acest lucru se realizează numai dacă tabla în secţiune transversală are aceeaşi grosime pe lăţime.

Ori, aşa cum o dovedeşte practica, tablele rezultă din laminarea cu abateri de grosime în secţiune. Pentru a se asigura o strîngere bună a capetelor tablei în dispozitivul cu cleme, acesta se construieşte din mai multe bacuri, ceea ce face ca strîngerea capetelor tablei să se facă pe toată lăţimea.

Un fenomen caracteristic procesului de întindere a tablelor este apariţia îngustărilor locale, care se petrece la distanţa de clemă egală cu 0,6—0,7 din lăţimea tablei.

O dată cu alungirea tablelor, apare o micşorare a dimensiunilor transversale (grosime şi lăţime). În cazul prinderii capetelor tablei în clemă rigidă, îngustarea tablei se produce ca în figura 6.

La tablele subţiri şi la alungiri mari, îngustarea poate provoca o stare de instabilitate şi flambaj transversal (fig. 7).

Pentru combaterea acestor fenomene, maşinile moderne se construiesc cu elemente de fixare a capetelor tablelor din mai multe bacuri cu autostrîngere prin planuri înclinate (fig. 8).

Prin această soluţie, în sectoarele cu curgere mare, deci cu tensiuni ridicate, bacurile strivesc mai mult capul tablei, încetinind procesul

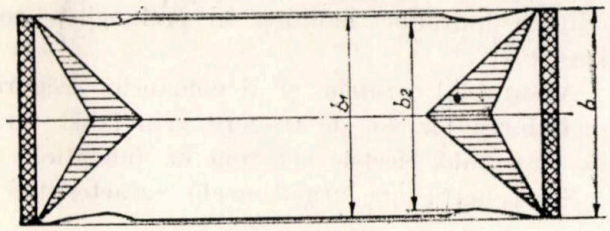


Fig. 6. Schema îngustării tablei la întindere în cazul prinderii în cleme rigide

Fig. 6. Sheet narrowing down when stretched with rigid clamps

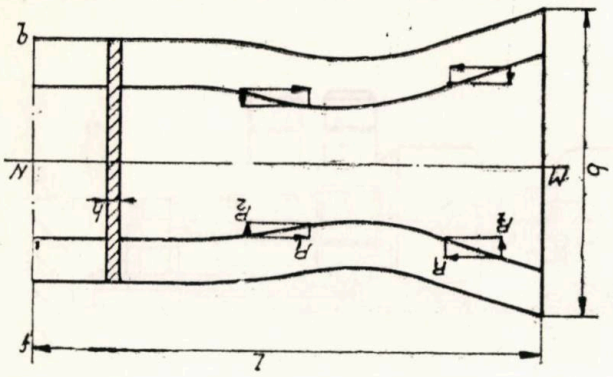


Fig. 7. Schema deformării instabile la întinderea tablelor subțiri cu alungire mare

Fig. 7. Unstable deformation when stretching sheet with high elongation

de curgere. Prin aceasta se diminuează mult fenomenul de îngustare locală a tablei, iar starea de deformare transversală a acesteia apare ca în figura 9.

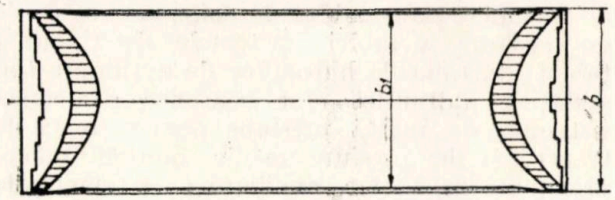


Fig. 9. Schema stării de deformare a tablei îndreptate cu sistemul de strîngere cu mai multe locuri

Fig. 9. The strain state diagram of the sheet straightened with multiple grip clamping system

Din literatura de specialitate, rezultă că fenomenele de deformare transversală a tablelor sînt mai accentuate la acelea la care proprietățile fizico-mecanice sînt diferite.

Deci, pentru o reușită cît mai bună în obținerea unor table cu proprietăți geometrice și fizico-mecanice bune prin aplicarea tratamentului de îndreptare prin întindere, este necesar ca tablele să aibă proprietăți fizico-mecanice și structură cît mai uniformă, iar nivelul de deformație și abaterile de formă rezultate din laminare să fie cît mai reduse.

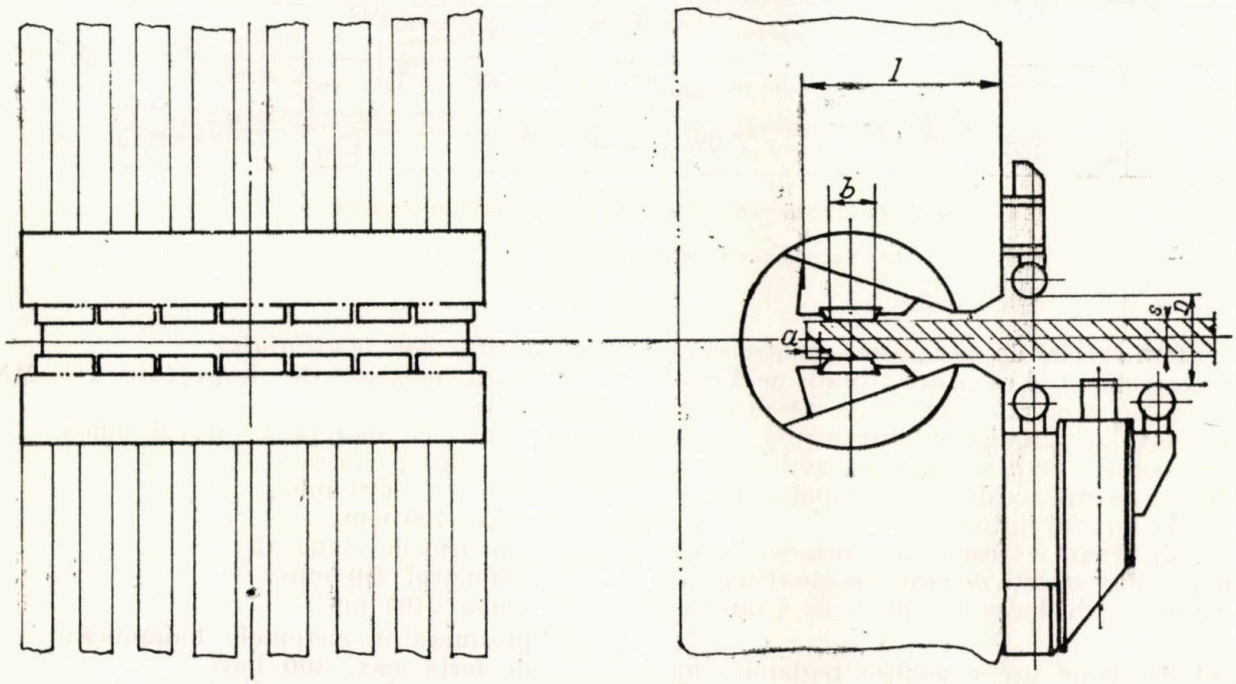


Fig. 8. Schița sistemului de prindere cu mai multe locuri cu autostrîngere

Fig. 8. Clamping system with more self tightening wedge grips

Prezentarea stretcherului de 16 mn pentru table din aluminiu

În figura 10 este prezentat stretcherul pentru table din aluminiu, care se compune din următoarele subansambluri : capul de fixare ; capul de întindere ; ansamblul de coloane ; sistemele de centrare a tablei ; sistemele de fixare a tablei ; instalațiile hidraulice de acționare (instalațiile hidraulice sînt compuse din două sisteme : de înaltă presiune pentru forța de tragere și de presiune medie pentru manevrele mecanismelor auxiliare) ; sistemele de control al procesului de întindere ; sistemele de siguranță și protecție.

Capul de întindere este deplasabil cu doi cilindri hidraulici montați în prelungirea coloanelor.

Ansamblul capetelor și al coloanelor asigură închiderea forțelor de tragere prin tablă fără să transmită efectele acesteia la fundație.

Stretcherul are următoarele caracteristici :

a — performanțele materialului

— tablele care se pot îndrepta sînt din aliaje din aluminiu cu limita de curgere max. 28. daN/mm²; grosime 6 . . .70 mm ; lățime 760 . . .1200 mm ; lungime 3 . . .5 mm.

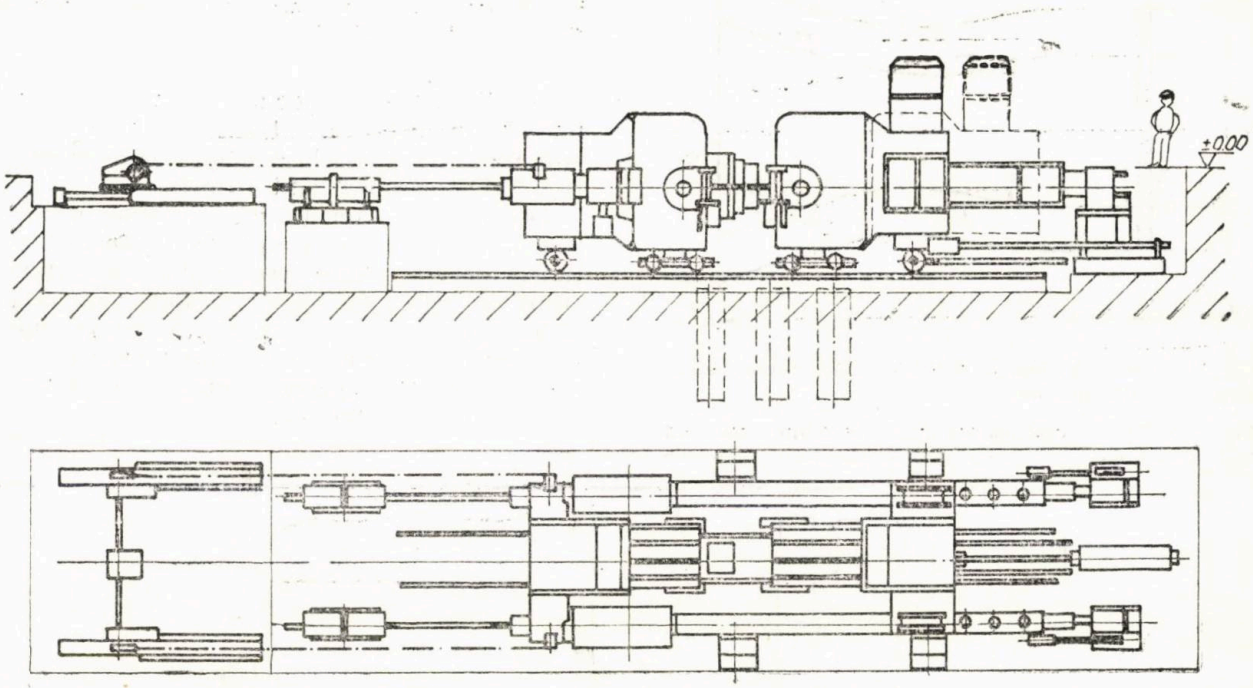


Fig. 10. Întinzătorul (stretcherul) pentru table de aluminiu

Fig. 10. The stretcher for Al sheet

Un sistem special de mecanisme controlează mersul sincronizat al celor doi cilindri de forță, măsoară cursa parcursă de capul de întindere și viteza acestuia. Un sistem hidraulic de construcție specială preia energia de șoc, care se dezvoltă în cazuri accidentale, atunci cînd se rupe tabla supusă întinderii.

Capul de fixare și capul de întindere sînt ansambluri care poartă montate pe ele sistemele de centrare a tablelor și sistemele de fixare cu bacuri.

Capul de fixare are o poziție reglabilă, în funcție de lungimea tablei.

b — performanțele utilajului

— forța maximă de îndreptare 16 MN (1600 tf) ;
— viteza de îndreptare 0 . . .8 mm/s
— cilindrul de forță :
diametrul 600 mm ;
cursa 700 mm ;
— cilindrul de manevră :
diametrul 250 mm ;
cursa 2400 mm ;
— presiunea în sistemele hidraulice :
de forță max. 300 bari
de manevră max. 150 bari ;

SUSCEPTIBILITATEA LA DEFORMARE A UNOR OȚELURI TRATATE TERMIC

Conf. dr. ing. GEORGETA COȘMELEAȚĂ
Conf. dr. ing. M. MARIN
S.l. ing. M. BANE
Institutul Politehnic București
Ing. N. COȘMELEAȚĂ
Intreprinderea de Avioane București

CZ : 539.374

Susceptibilitatea la deformare a oțelurilor tratate termic se explică prin considerarea factorilor de care depinde această importantă proprietate tehnologică.

Se știe că deformarea unei piese în timpul răcirii este cauzată de tensiunile interne termice și structurale. Se știe, de asemenea, că tensiunile termice apar datorită nesimultaneității răcirii pe secțiune a pieselor, iar cele structurale apar datorită nesimultaneității transformărilor structurale, acestea producîndu-se la momente diferite, în diferitele puncte ale unei secțiuni. Se apreciază că numai tensiunile interne de ordinul întîi contribuie la deformarea pieselor.

Factorii de care depinde mărimea tensiunilor interne dintr-o piesă, deci susceptibilitatea la deformare, sînt :

- proprietățile fizice : modulul de elasticitate, coeficientul de dilatare termică liniară, conductibilitatea termică etc., proprietăți dependente de compoziția chimică ;
- viteza de răcire ;
- grosimea piesei ;
- adîncimea de pătrundere a călirii ;
- mărimea grăuntelui austenitic etc.

Procedura experimentală

Cercetările experimentale au fost efectuate pe probe prelevate din oțeluri de îmbunătățire cu conținut scăzut în elemente scumpe și deficitare (Cr, Ni, Mo) și microaliate cu bor și titan, din oțeluri rapide tot cu un conținut scăzut în elemente de aliere scumpe și deficitare (W, Mo, V etc.) și oțel pentru rulmenți (RUL 1V).

Compoziția chimică a oțelurilor care au făcut obiectul cercetărilor experimentale este prezentată în tabelul 1.

Pentru determinarea susceptibilității la deformare a oțelurilor de îmbunătățire s-au utilizat epruvete cilindrice, cu diametrul Ø 20 mm și înălțimea $H = 100$ mm, stabilite pe baza teoriei cilindrului infinit [1]. Ca metodologie, s-au măsurat diametrul Ø și înălțimea H a epruvetelor după călire. Susceptibilitatea la deformare a fost exprimată prin :

$$\Delta H, \quad \frac{\Delta V}{V} \text{ și } D$$

unde :

ΔH este diferența dintre înălțimea înainte de călire și înălțimea după călire ;
V — volumul epruvetei ;
ΔV — diferența dintre volumul înainte de călire și volumul după călire.

Tabelul 1

Compoziția chimică, %

Table 1

Chemical composition of the steel, %

Tipul oțelului	Elementele de aliere, %										
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	B	Ti	W	V	Nb
C—Cr	0,39	0,65	0,16	0,43	—	—	—	—	—	—	—
C—Cr—B	0,38	0,61	0,15	0,44	—	—	0,0029	—	—	—	—
C—Cr—B—Ti	0,41	0,64	0,18	0,41	—	—	0,003	0,04	—	—	—
C—Cr—Ni—Mo	0,40	0,69	0,21	0,42	0,43	0,15	—	—	—	—	—
C—Cr—Ni—Mo—B	0,41	0,68	0,20	0,43	0,44	0,14	0,003	—	—	—	—
C—Cr—Ni—Mo—B—Ti	0,42	0,70	0,21	0,42	0,43	0,13	0,0031	0,04	—	—	—
Rp5	0,79	0,30	0,35	4,10	—	5,90	—	—	6,63	2,35	—
Rp5+1%Nb	0,80	0,35	0,41	4,0	—	4,95	—	—	5,90	1,84	1,0
RUL 1V	1,1	0,40	0,30	1,65	—	—	—	—	—	—	—

Pentru D avem :

$$D = \frac{\Delta H}{H} - \frac{1}{3}\frac{\Delta V}{V}$$

În cazul oţelurilor rapide încercările s-au efectuat pe epruvete cilindrice de tip Beker [2] cu Ø18×30 mm şi cu un orificiu central de Ø6 mm. Modificarea dimensională s-a determinat pe baza măsurătorilor, înainte şi după călire, a diametrului şi lungimii epruvetei.

Susceptibilitatea la deformare, în cazul oţelului RUL IV, s-a apreciat prin modificări de formă şi dimensiuni ale unor probe de tip French [3].

Tabelul 2

Parametrii pentru caracterizarea deformării

Table 2

Deformation characteristic parameters

Tipul oţelului	Modul de răcire	$\frac{\Delta Ø}{Ø} \times 10^3$	$\frac{\Delta H}{H} \times 10^3$	$\frac{\Delta V}{V} \times 10^3$	$D \times 10^3$
0,4 %C+0,4 %Cr	apă	−0,1	4,3	4,1	2,9
	ulei	−0,1	−0,8	−0,8	−0,5
0,4 %C+0,4 %Cr+ 0,003 %B	apă	−0,1	4,1	4,0	2,8
	ulei	0,6	0,1	1,4	0,4
0,4 %C+0,4 %Cr+ 0,003 %B+0,004 %Ti	apă	−0,1	4,1	4,5	2,6
	ulei	0,6	0,1	1,4	−0,4
0,4 %C+0,4 %Cr+ 0,4 %Ni+0,13 %Mo	apă	−0,1	4,8	3,8	2,7
	ulei	1,3	0,8	3,4	−0,31
0,4 %C+0,4 %Cr+ 0,4 %Ni+0,13 %Mo+ 0,003 %B	apă	−0,2	3,6	4,0	2,3
	ulei	1,3	0,9	3,5	−0,3
0,4 %C+0,4 %Cr+ 0,4 %Ni+0,13Mo+ 0,003 %B+0,04 %Ti	apă	0,6	4,1	6,0	2,1
	ulei	1,3	0,6	2,9	−0,3

Tabelul 3

Modificarea dimensiunilor probei French după diferite tratamente termice

Table 3

French test piece size change after various heat treatments

Nr. probei RUL IV	Regimul de călire	Diferenţa după călire	
		fanta	diametrul
1	820°C/20′/ulei	0,63	0,09
2	820°C/45′/ulei	0,67	0,09
3	840°C/20′/ulei	0,58	0,02
4	840°C/45′/ulei	0,58	0,03
5	860°C/20′/ulei	0,66	0,12
6	860°C/45′/ulei	0,66	0,11

Epruvetele au fost prelucrate, în final, prin rectificare de finisare pentru ca influenţa rugozităţii, în cadrul ciclurilor de tratament termic, să fie infimă ca eroare în măsurătorile efectuate.

Încălzirea pentru călire, conform ciclurilor impuse pentru fiecare marcă de oţel, s-a executat în băi de săruri pentru ca suprafeţele să se menţină apte pentru efectuarea măsurătorilor. Răcirea s-a efectuat în apă sau ulei.

Valorile parametrilor D şi cele ale rapoartelor $\frac{\Delta H}{H}$, $\frac{\Delta V}{V}$ şi $\frac{\Delta Ø}{Ø}$, calculate potrivit metodei descrise pentru oţelurile de îmbunătăţire, sînt redate în tabelul 2.

Susceptibilitatea la deformare este determinată pe probe cilindrice cu Ø20 mm şi H = = 100 mm, călite în apă şi în ulei după austenitizare la 850°C.

Regimurile de tratament termic aplicate probelor French şi rezultatele experimentale sînt prezentate în tabelul 3.

Susceptibilitatea la deformare, determinată pe probe prelevate din oţeluri rapide, este prezentată în tabelul 4.

Se constată că, pentru oţelurile microaliate cu bor sau cu bor şi titan, valorile acestor parametri sînt mai mici decît cele ale oţelurilor nemicroaliate.

În ceea ce priveşte susceptibilitatea la deformare a oţelului RUL IV, cele mai favorabile rezultate se obţin pentru călire de la 840°C în ulei cald (40—60°C).

Adaosul de niobiu are drept urmare diminuarea deformării în timpul tratamentului termic, datorită efectului de amplificare a contracţiei de călire, ceea ce compensează dilatarea (cca 1,5 μ[2]) determinată de transformarea austenitei reziduale la revenire.

Tabelul 4

Stabilitatea dimensională

Table 4

Dimensional stability

Marca oţelului	Poziţia de determinare	Stabilitatea dimensională			
		$\Delta t Ø/^*$, %	$\Delta L/^N$, %	$(Ø_L - Ø_T)$, %	$(L_L - L_T)$, %
Rp5	L	0,118	0,106	0,025	0,011
	T	0,093	0,095		
Rp5+1 %Nb	L	0,100	0,136	0,017	0,045
	T	0,083	0,091		

* — diferenţa de diametre ; N — diferenţa de lungime ;
** — L — lungitudinal ; T — transversal

În condiţiile în care compoziţia chimică, forma şi dimensiunea probei şi viteza de răcire sînt constante diferenţele dintre susceptibilitatea

la deformare a acestor oţeluri sînt cauzate în principal de mărimea grăuntelui austenitic şi de adîncimea de pătrundere a călirii.

Se poate trage concluzia că susceptibilitatea la deformare este cu atît mai mică cu cît grăuntele este mai fin şi adîncimea de pătrundere a călirii este mai mare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Desalos, Y., Laurent, R. In: Revue de Métallurgie, Franţa, 1979, nr. 1, p. 35.
[2] Massin, M. In: Mémoires scientifiques, Revue de Métallurgie, Franţa, 1971, nr. 12, p. 40.
[3] Noviciv, I., Zaharov, M.V. In: Termiceskaia, obrabotka metallov i splavov, U.R.S.S., 1962.
[4] Coşmeleaţă, Georgeta: Teză de doctorat, I.P.B., 1987.

Revista revistelor

Steel Times, Anglia, 1991, nr. 9

— Acoperirea în vid a benzilor din oţel, p. 482
— Linie pilot pentru acoperirea prin electroliză la firma Thyssen Stahl AG, p. 484
— O nouă linie de galvanizare prin imersie la cald, p. 490
— Imersia la cald la linia Zodiac a firmei British Steel, p. 492
— Durasteel — cel mai indicat oţel pentru fabricarea caroseriilor, p. 495
— Cea de-a 16-a Conferinţă internaţională asupra galvanizării, Barcelona, 2—7 iunie, 1991, p. 497
— Trecerea în revistă a situaţiei industriei siderurgice în Europa: Austria, Belgia, Cehoslovacia, Danemarca, Finlanda, Franţa, Germania, Ungaria, Irlanda, Italia, Luxemburg, Olanda, Norvegia, Polonia, Portugalia, România, Spania, Suedia, Elveţia, Turcia, Marea Britanie, Iugoslavia, p. 498
— Pregătirea celui de-al doilea Congres european în domeniul elaborării fontei, p. 519.

Steel Times, Anglia, 1991, nr. 10

— Miniuzinele pe piaţa oţelului pe plan mondial, p. 552 — Controlul multifilar la laminorul pentru sîrmă Scunthorpe, p. 556 — Procedeul Hi-Plas pentru tratarea prafului din oţelării, p. 559 — Cea de-a doua instalaţie CSP (producerea de benzi compacte) din sleburi subţiri a firmei Nucor, p. 560 — Îmbunătăţirea sensibilităţii spectrometrului cu emisie optică utilizat la determinarea azotului din oţel, p. 564 — Noi abordări în domeniul spectrometriei cu emisie optică, p. 567 — Spectrometrul de dimensiuni mici capabil să analizeze pînă la 24 elemente ale oţelului, p. 568 — Sistem de control cu microunde pentru macarale, p. 574 — Depozitarea pe verticală a tablei, p. 578.

Steel Times, Anglia, 1991, nr. 11

— Record mondial privind insuflarea cărbunelui la uzina Sollac Dunkerque a firmei Usinor Sacilor, p. 605 — Insuflarea cărbunelui granulat continuă să fie utilizată, p. 607 — Prin procedeul Corex (fonta lichidă este produsă direct din cărbune) se elaborează fontă, reducîndu-se poluarea mediului înconjurător, p. 608 — Un nou concept referitor la controlul furnalului, p. 614 — Tehnologia radar face furnalul mai transparent, p. 612 — Răcirea accelerată a tablei prin pulverizare de aer cu apă, p. 617 — Realizarea oţelurilor pentru construcţii marine, p. 620 — Fabricarea de piese turnate din oţeluri de mare complexitate pentru construcţii marine, p. 622 — Uniformitatea temperaturii şi efectele sale asupra controlului calităţii, p. 624 — Controlul cuptoarelor de cocsificare, p. 625 — Investind într-un viitor mai luminos, p. 629.

Steel Times, Anglia, 1991, nr. 12

— Oţeluri speciale de producţie bască, p. 658 — Noi oţeluri pentru matriţe produse sub formă de tablă groasă de firma NKK, p. 660 — Turnarea continuă verticală a oţelurilor pentru construcţii, p. 661 — Oţelurile moderne înregistrează o scădere a rezilienţei în zona influenţată termic de sudură, p. 662 — Arzătorul cu plasmă curăţă cuptorul oală, p. 665 — Noi dispozitive de închidere cu sertar ale oalelor pentru şarje mici, p. 668 — Îndreptarea produselor lungi, p. 671 — Reducerea costurilor energetice prin asocierea operaţiei de control al consumului de energie cu cele de comandă şi fixare a unui obiectiv, p. 674 — Cuptorul cu curent alternativ cu viteză variabilă se amortizează în 16 luni de funcţionare, p. 677.

CERCETĂRI PRIVIND TURNAREA CILINDRILOR BIMETALICI DE LAMINOR PRIN PROCEDEUL DUPLEX ÎN FORME COMBINATE CU MIEZ GLISANT DEPRESURIZAT

Prof. dr. ing. L. SOFRONI
Dr. ing. Fr. SCHÖNBERGER
Dr. ing. C. BRATU și dr. ing. Fl. ȘTEFĂNESCU
Institutul Politehnic București

CZ: 621.746.01 : 621.22

Cilindrii de laminor cu crustă dură și extradură, mari și foarte mari, obținuți prin procedeul de turnare a două fonte (bimetalici), sînt mult solicitați de industria metalurgică. Duritatea cilindrilor duri pe zona activă de laminare (tăblie) trebuie să fie de 415—582 *HB* (59—75 *HS*), iar pe fusuri de 219—303 *HB* (33—45 *HS*). Cilindrii cu crustă extradură trebuie să aibă, pe zona activă, duritatea de 75—97 *HS*, iar pe zona fusurilor duritatea de 33—45 *HS*.

Cele două tipuri de cilindri de laminor se pot obține numai prin turnarea a două calități de fontă, solidificate în condiții diferite.

Pentru laminoarele finisoare de tablă la cald, zona dură sau extradură (tăblia) a cilindrilor se obține dintr-o fontă aliată cu Cr, Ni și Mo, rezultînd o structură nedefinită cu o grosime de 30—100 mm, iar fusurile și miezul, dintr-o fontă slab aliată sau nealiată cu grafit nodular. Între aceste două fonte trebuie realizată o zonă de trecere cu grosime de 2—15 cmm, avînd o structură pestriță.

Cilindrii cu crustă dură și extradură nedefinită se caracterizează printr-o scădere mică a durității pe grosimea tăbliei, avînd în structură, în afară de perlită, troostită, bainită, martensită și cementită, și o cantitate foarte redusă de grafit (sub 0,5%) de dimensiuni mici (sub 50—100 μm).

În vederea obținerii acestor proprietăți, în prezent se cunosc diferite procedee de turnare a cilindrilor de laminor bimetalici, în forme metalice combinate cum sînt: procedeul prin spălare și respectiv semispălare, procedeul prin scurgerea restului de fontă lichidă, procedeul cu țeavă despărțitoare sau cu miez din grafit despărțitor ,precum și procedeul de turnare centrifugală.

Metodele de obținere a cilindrilor de laminor bimetalici cu crustă dură, din fontă, prin procedeul spălării și prin turnare centrifugală — aplicate cel mai frecvent — prezintă o serie de dezavantaje:

— consum mare de fontă lichidă, feroaliaje și energie;

— durată mare de turnare, ceea ce poate duce la solidificarea fontei în rețeaua de turnare și, deci, la rebutarea cilindrului;

— imposibilitatea obținerii unei cruste de lucru cu grosime uniformă pe circumferință și generatoare, rezultînd astfel o fiabilitate redusă a acestor cilindri.

Procedeul de turnare centrifugală necesită instalații costisitoare și operații tehnologice de mare complexitate, mai ales la obținerea cilindrilor mari și foarte mari.

În lucrarea de față se propune o tehnologie originală de turnare a cilindrilor de laminor bimetalici din fontă, utilizînd pentru realizarea crustei un miez glisant depresurizat (vidat).

Forma asamblată de turnare a cilindrilor de laminor, cu crustă dură, bimetalici din fontă, cu dimensiunile de Ø750×1700×4200 mm și cu masa brută de 13 t, este prezentată în figura 1. În partea inferioară *1* sînt prevăzute două alimentatoare tangențiale: un alimentator pentru crustă, pus în legătură cu piciorul de turnare *2* și bazinul cu dop *3*, în care se găsește fonta primară aliată; un alimentator pentru fusuri și miez, pus în legătură cu piciorul de turnare *4* și bazinul cu dop *5*, în care se găsește fonta secundară nealiată. Forma inferioară *1* se asamblează cu forma metalică din fontă *6*, peste care se montează forma superioară *7*. Forma metalică *6*, cu grosimea peretelui de 230 mm, se preîncălzește la 80—120°C, după ce a fost în prealabil vopsită (vopsea pe bază de grafit, cu grosimea de 0,2—0,3 mm).

În cavitatea ansamblului celor trei forme se montează miezul separator glisant depresurizat *8*, care creează cavitatea necesară obținerii crustei dure (din fontă aliată).

Miezul separator glisant depresurizat, cu diametrul de 550 mm, se realizează pe o armă-

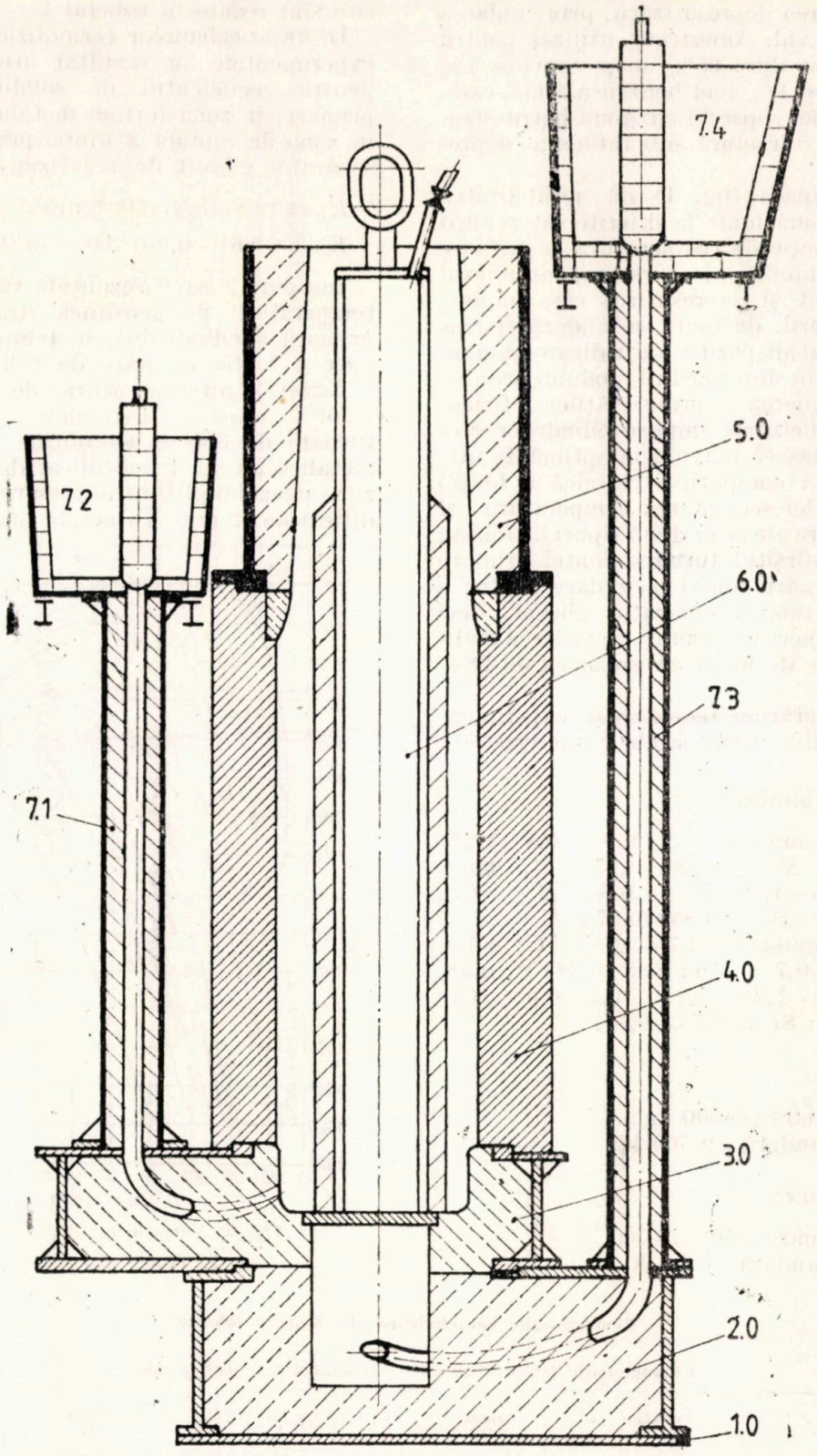


Fig. 1. Forma asamblată ; Ø750×1700×4200

Fig. 1. Assembled mould ; Ø750×1700×4200

tură tubulară, cu orificii obturate cu pastile poroase în vederea depresurizării, prin cuplarea la o pompă de vid. Amestecul utilizat pentru miez se compune din: 98% nisip cuarțos, 1% rășină furanică și 1% acid benzensulfonic, care, după întărire, se vopsește cu două-patru straturi de vopsea refractară sub influența depresurizării.

Forma asamblată (fig. 1) dă posibilitatea turnării celor două fonte la diferite intervaluri de timp, în funcție de temperatura de turnare și compoziția chimică ale acestora, iar miezul separator glisant și depresurizat este împins, în timpul turnării, de fonta secundară și tras cu ajutorul unui dispozitiv de ridicare-ghidare pe verticală prin intermediul podului rulant.

Pentru obținerea proprietăților fizico-mecanice și structurale impuse cilindrilor trebuie să se stabilească tehnologia optimă de turnare, și anume: compoziția chimică a fontei primare și a celei secundare; temperatura și durata de turnare ale celor două tipuri de fontă; durata dintre sfîrșitul turnării fontei primare și începutul turnării fontei secundare pentru a putea extrage miezul separator glisant, deci timpul de menținere a miezului, în vederea realizării unei cruste de lucru cu grosimea de 28—30 mm.

În urma cercetărilor teoretice și experimentale s-au stabilit următoarele caracteristici:

Compoziția chimică

— fonta primară: 3,1—3,4% C; 0,8—1,2% Si; 0,5—0,8% Mn; max. 0,15% P; max. 0,05% S; 2,5—4,5% Ni; 0,6—1,2% Cr; 0,3—0,5% Mo; Sc = 0,85—0,87;
— fonta secundară: 2,7—3,2% C; 1,1—1,4% Si; 0,4—0,7% Mn; max. 0,2% P; max. 0,05% S; 0,5—1,2% Ni; 0,1—0,6% Cr; max. 0,3% Mo; Sc = 0,75—0,77.

Cantitatea

— fonta primară: 3 500 kg;
— fonta secundară: 9 500 kg.

Timpul de turnare

— fonta primară: 60—70 s;
— fonta secundară: 80—90 s.

Temperaturile caracteristice ale fontelor folosite sînt redate în tabelul 1.

În urma calculelor termofizice și verificărilor experimentale au rezultat următoarele valori pentru coeficientul de solidificare a fontei primare, în zona formei metalice vopsite K_f și în zona de contact a fontei primare cu miezul separator glisant depresurizat K_m:

$$K_f = (2{,}8-3{,}2)\ 10^{-3}\ \mathrm{m/s^{1/2}}$$

$$K_m = (0{,}64-0{,}66)\ 10^{-3}\ \mathrm{m/s^{1/2}}$$

În figura 2 este prezentată variația în timp a temperaturii pe grosimea stratului de fontă primară a cilindrului, la temperatura de turnare a fontei primare de 1 300 °C.

Astfel, la o temperatură de solidificare T_k = 1 206°C, după o staționare a fontei primare turnate de 360 s, se obține în zona formei metalice un strat solidificat de 61 mm, iar în zona miezului glisant depresurizat un strat solidificat de 12 mm. În aceste condiții, între miez

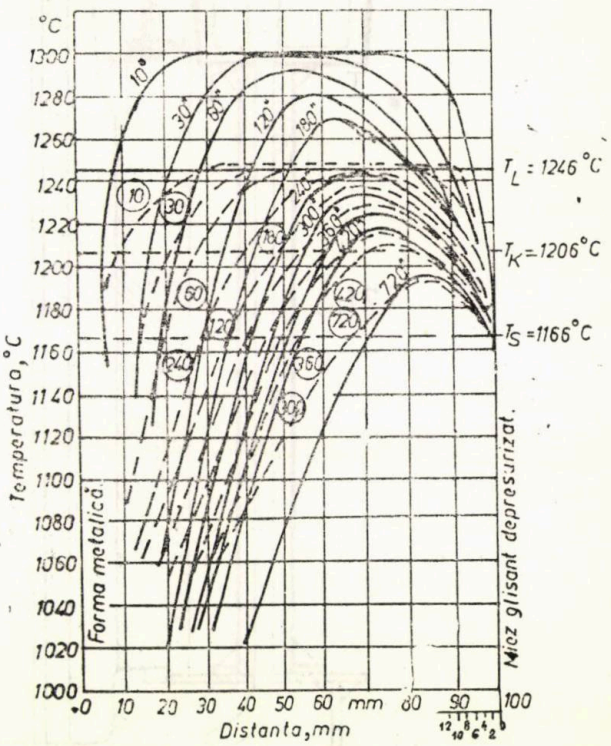


Fig. 2. Variația în timp a temperaturii
Fig. 2. Time—temperature variation

Tabelul 1

Temperaturile caracteristice ale fontelor folosite

Table 1

Characteristic temperatures for evaluated cast iron grades

Tipul fontei	$T_{solidus}$, °C,	$T_{lichidus}$ °C,	ΔT ,°C	$T_{solidificare}$, °C	$T_{turnare}$ °C,
Fonta primară	1166	1245	79	1206	1280—1320
Fonta secundară	1139	1265	126	1202	1290—1330

și forma metalică rămîne o zonă de fontă fluidă, cu grosimea de 27 mm, ceea ce permite extragerea miezului separator, ca urmare a pre-

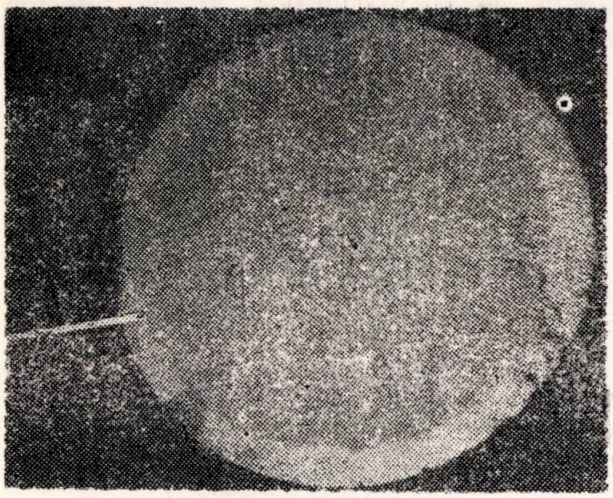


Fig. 3. Macrostructura în secțiune transversală a cilindrului de 13 t

Fig. 3. Cross-section microstructure of the 13 t cylinder

siunii metalostatice exercitate de fonta secundară. Încercările experimentale au demonstrat că durata de menținere a fontei primare poate să ajungă la 450 s, ceea ce asigură o grosime suficient de mare a crustei de lucru a cilindrului.

În figura 3 este prezentată macrostructura, în secțiune transversală, a cilindrului de 13 t turnat prin procedeul descris.

Aplicarea tehnologiei prezentate la realizarea cilindrilor de laminor duce la următoarele avantaje, comparativ cu metoda spălării:

— reducerea consumului de energie și materiale refractare la agregatele de elaborare și realizarea unei economii de materiale folosite pentru alierea fontei. Astfel, la 1000 t cilindri bimetalici cu crustă dură, se economisesc 500t fontă lichidă, ceea ce reprezintă o micșorare cu 380 MWh a energiei electrice consumate și o economie importantă de materiale deficitare: 20 t Ni, 20 t FeCr și 5 t FeMo;

— posibilitatea dirijării grosimii stratului de fontă primară și realizării unei cruste dure de grosime aproximativ constantă atît pe circumferința, cît și pe generatoarea cilindrului;

— îmbunătățirea durabilității cilindrilor produși. Cercetările experimentale au arătat că durabilitatea cilindrilor în exploatare pe liniile finisoare ale laminoarelor de tablă a crescut de la 2600 la 3600—3800 t/mm.

CERCETĂRI PRIVIND O TEHNOLOGIE DE OBȚINERE ÎN CANTITATE MICĂ A FONTEI CU GRAFIT NODULAR

Dr. ing. V. COJOCARU
Institutul Politehnic Iași

CZ : 669.131.622

Noua tehnologie propusă are, printre altele, ca scop și posibilitatea obținerii de piese unicat și de serie mică care necesită elaborarea unei cantități de fontă cu grafit nodular egale cu masa piesei sau a pieselor, în condițiile asigurării parametrilor calitativi și evitării modificării fontei în formă (prin modificarea în formă nu se poate asigura o omogenitate structurală corespunzătoare).

Avînd în vedere că obținerea fontei cu grafit nodular se realizează prin introducerea modificatorului în fonta lichidă, se pleacă de la ideea necesității distribuirii modificatorului sub formă de vapori în toată masa de fontă (se are în vedere folosirea pentru modificare a magneziului care, în condițiile temperaturii fontei care se tratează, este în stare gazoasă). În acest sens, s-a utilizat ca dispozitiv de modificare un tub ceramic (fig. 1) care, în mod curent, se folosește pentru rețelele de turnare.

Prezența mai multor orificii pe suprafața laterală a tubului determină vaporii de modificator să se evacueze și în același timp să pătrundă în fonta care se supune modificării la mai multe niveluri și pe mai multe direcții în cadrul aceluiași nivel (experimentările s-au făcut studiindu-se orificii cu diametrul de pînă la 25 mm). Astfel, crește cantitatea vaporilor de magneziu prezenți la un moment dat în fonta lichidă și deci și suprafața de contact dintre modificator și fontă. După imersarea tubului ceramic în fonta lichidă se estimează traiectoria vaporilor de magneziu (fig. 2).

Deoarece magneziul are o tensiune mare de vapori, este foarte puțin probabil ca eliminarea lui spre partea superioară a băii metalice să se facă pe lîngă pereții tubului ceramic.

Se preconizează că vaporii de magneziu au inițial o traiectorie orizontală, după care traiectoria este verticală (fig. 2).

Vaporii de magneziu trec în fonta lichidă din locașul modificatorului prin mai multe orificii dispuse echidistant pe trei niveluri la 60 ,90 și 120°, determinînd în realitate și o creștere a suprafeței de reacție pentru proce-

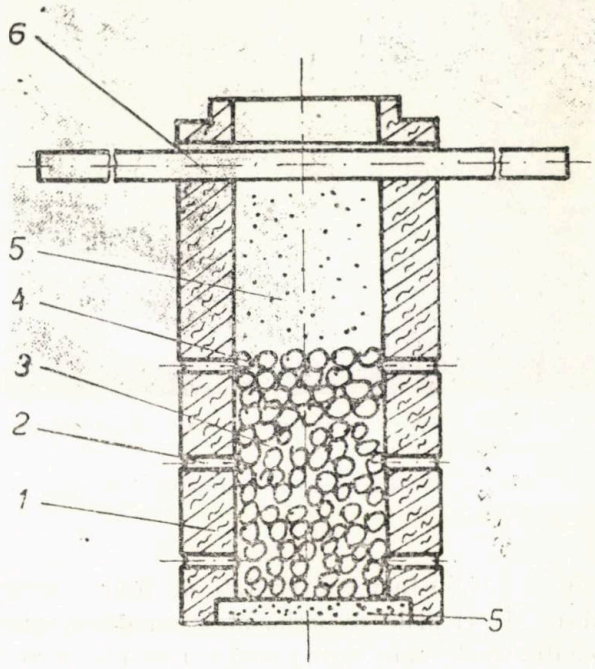


Fig. 1. Schema dispozitivului de modificare : *1* — tub ceramic ; *2* — orificii de modificare ; *3* — locașul modificatorului ; *4* — modificator ; *5* — amestec de formare (de miez) cu silicat de sodiu sau alți întăritori ; *6* — bară pentru manevrare cu secțiunea transversală longitudinală dreptunghiulară

Fig. 1. Inoculation device diagram; *1* — ceramic tube ; *2* — inoculation holes ; *3* — inoculant box ; *4* — inoculant ; *5* — natrium silicate or other hardener containing core sand ; *6* — handling bars with rectangular cross-section

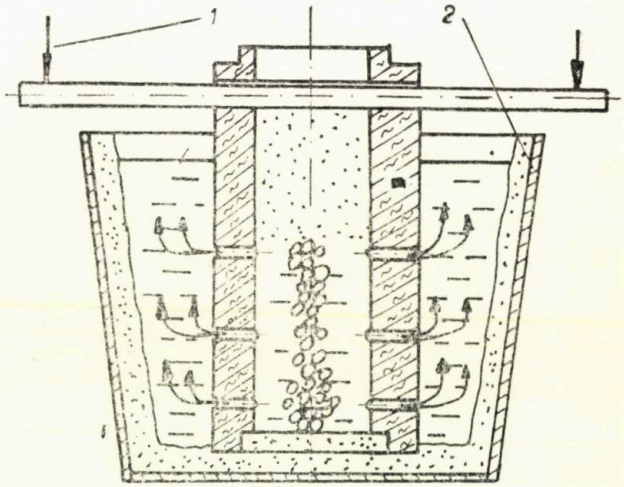


Fig. 2. Schema traiectoriilor estimative ale vaporilor de magneziu; *1* — sensul de apăsare manuală; *2* — oala de turnare

Fig. 2. Diagram of evaluated Mg-vapour trajectories ; *1* — hand push direction ; *2* — ladle

sul de desulfurare, precum și pentru procesul de dezoxidare a fontei, deci o mărire a tensiunii superficiale a fontei.

Așadar, tehnologia experimentată asigură distribuirea uniformă a vaporilor de magneziu în toată masa de fontă care se supune modificării, scurtarea distanțelor de difuzie a magneziului, mărirea suprafeței de reacție și creșterea tensiunii superficiale a fontei lichide.

Efectele menționate anterior se obțin prin imersarea tubului ceramic pregătit (fig. 1) în fonta lichidă, perpendicular pe suprafața acesteia, manual, și duc la micșorarea consumului de modificator, în condițiile obținerii unei fonte cu grafit nodular uniform modificate și cu un grad de nodulizare mare a grafitului.

Tehnologia propusă constă din introducerea unui manșon cilindric din aluminiu cu o grosime a peretelui de 1 mm pe o placă din aluminiu de aceeași grosime în tubul ceramic cu scopul obturării orificiilor radiale, introducerii prealiajului modificator sub formă de granule de 2—5 mm în manșonul de aluminiu, acoperirii prealiajului modificator cu un strat de circa 100 mm grosime de amestec de formare preparat cu silicat de sodiu, preîncălzirii tubului, ocazie cu care amestecul de formare se întărește; în final are loc imersarea ansamblului tub—manșon—prealiaj în oala de turnare care conține fonta lichidă care urmează să fie modificată.

În contact cu fonta lichidă are loc topirea manșonului metalic din aluminiu, precum și a plăcii metalice, fonta pătrunzînd prin orificiile de comunicare în locașul modificatorului unde intră în contact direct cu modificatorul, determinînd încălzirea, topirea și vaporizarea magneziului.

Magneziul, sub formă de vapori, este obligat să părăsească locașul modificatorului, datorită tensiunii de vapori ridicate, prin orificiile de comunicare și să se distribuie, în mod uniform, în toată masa de fontă, realizîndu-se astfel modificarea.

S-au efectuat mai multe experimentări utilizîndu-se mai multe variante pentru dispozitivul de modificare.

Experimentările s-au efectuat pentru circa 50 kg fontă lichidă.

S-a utilizat între 1,6 și 1,75% prealiaj modificator cu 8,5% Mg, 48% Si, 1,7% Ca și în rest Fe. Reacția de modificare a durat între 20 și 35 s. Nu s-au semnalat împroșcări cu metal lichid. Grafitul se nodulizează în proporție de minimum 92%.

Tubul ceramic se poate reutiliza la încă o modificare.

Se estimează că prezenta tehnologie se pretează pentru modificarea unei cantități de fontă cuprinse între 25 și 100 kg.

BIBLIOGRAFIE

[1] Sofroni, L. ș.a. *Fonta cu grafit nodular*. București. Editura Tehnică, 1978.

[2] Cojocaru, V. *Considerații termodinamice asupra obținerii grafitului nodular*. In: Metalurgia, R.S.R., nr. 2, 1987, pag. 83—86.

[3] Sofroni, L. și Ștefănescu, D.M. *Fonte modificate cu proprietăți superioare*. București, Editura Tehnică, 1981.

ASPECTE PRIVIND FLUIDITATEA DE TURNARE ÎN REȚELELE DE TURNARE CU CANAL DE DISTRIBUȚIE ÎN TREPTE

Dr. ing. I. CIOBANU
Ing. A. CRIȘAN
Universitatea „Transilvania" Brașov

CZ: 621.746.4

În lucrarea [1] a fost prezentată metoda de cercetare experimentală utilizată de autori pentru a pune în evidență influența variației secțiunii canalului de distribuție asupra fluidității de turnare în cazul rețelelor de turnare cu patru alimentatori. Aceeași metodă se poate utiliza și pentru studiul experimental al influenței altor factori constructivi ai rețelelor de turnare asupra fluidității de turnare a aliajelor (ex. poziția alimentatorilor, raportul de convergență, unghiul de atac, forma constructivă a canalului de distribuție și chiar numărul alimentatorilor).

Rezultatele cercetărilor anterioare [1] au pus în evidență faptul că, la același raport de convergență, rețelele de turnare cu patru alimentatori și cu canal de distribuție cu secțiunea variabilă asigură o fluiditate de turnare mai mare decît cele cu canal de distribuție constant (în cazul alimentatorilor plasați la partea inferioară a canalului de distribuție). Rețelele cu canal de distribuție cu variație continuă a secțiunii în lungul canalului de distribuție asigură, în același timp, și o uniformitate mare a fluidității de turnare în cei patru alimentatori [1]. La rețelele cu canal de distribuție în trepte se constată o neuniformitate mai mare a fluidității de turnare între alimentatori. Această neuniformitate se manifestă prin scăderea mai accentuată a fluidității de turnare în ultimul alimentator, scădere cauzată de răcirea mai intensă a jetului de aliaj la trecerea prin ultima zonă a canalului de distribuție, care are o secțiune foarte mică (secțiune apropiată de cea a alimentatorilor).

La o primă analiză rezultă faptul că ar fi posibil să se obțină o fluiditate de turnare ridicată și, în același timp, mult mai uniformă la rețelele de turnare cu canal de distribuție în trepte dacă se elimină ultima treaptă de reducere a secțiunii canalului de distribuție, plasată în dreptul penultimului alimentator.

Pentru a se verifica această ipoteză s-au efectuat o serie de determinări experimentale, utilizîndu-se metoda prezentată în lucrarea [1]. S-au utilizat două tipuri de forme pentru studiul fluidității de turnare la rețele cu patru alimentatori, unele avînd canal de distribuție în trepte și altele canal de distribuție în trepte modificat. La acestea din urmă, s-a eliminat ultima treaptă a canalului de distribuție. Dimensiunile formelor în care s-au turnat probele sînt prezentate în figurile 1 și 2.

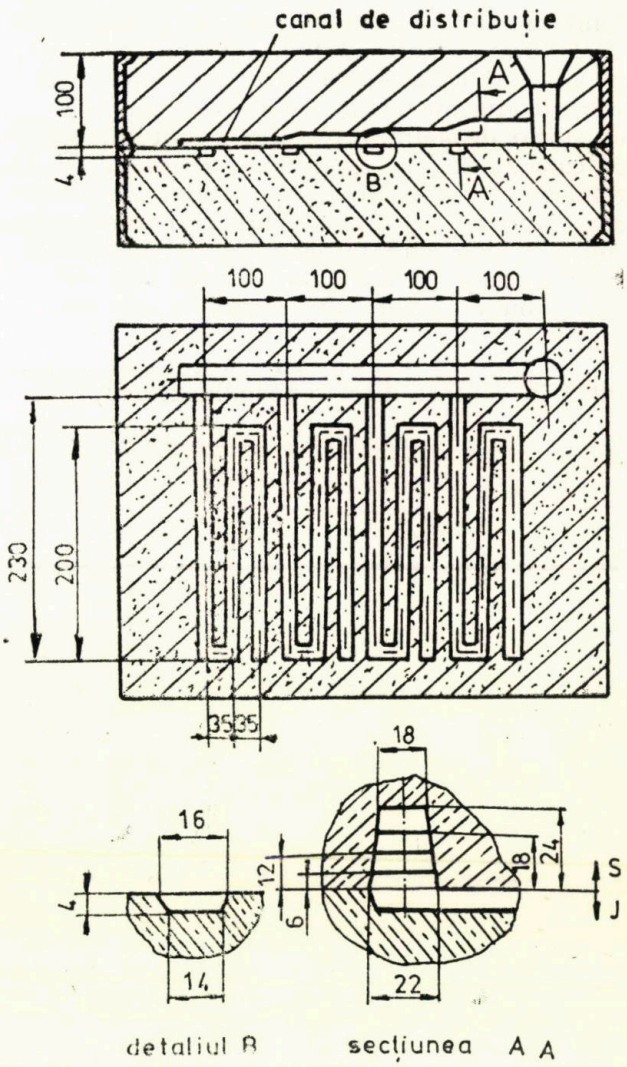


Fig. 1. Dimensiunile formelor pentru turnarea probelor cu canal de distribuție în trepte

Fig. 2. Mould for casting test pieces using modified runner

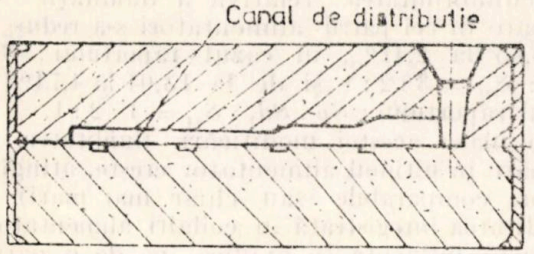


Fig. 2. Construcţia formelor pentru turnarea probelor cu canal de distribuţie modificat

Fig. 2. Mould structure for casting test pieces with modified runner

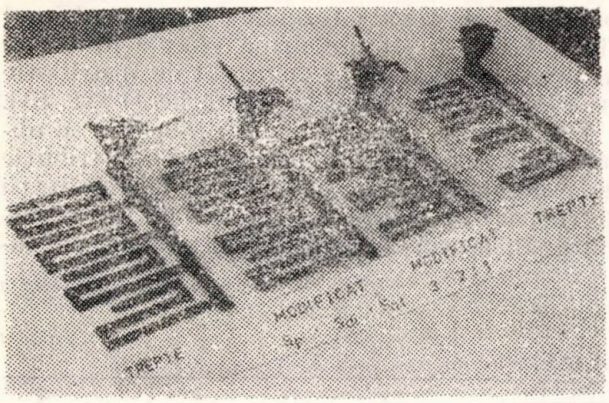


Fig. 3. Aspectul probelor turnate (raportul secţiunilor : $S_p : S_{d1} : S_{at} = 3 : 2 : 1$)

Fig. 3. Cast test pieces : $S_p : S_{d1} : S_{at} = 3 : 3 : 2 : 1$ section ratio

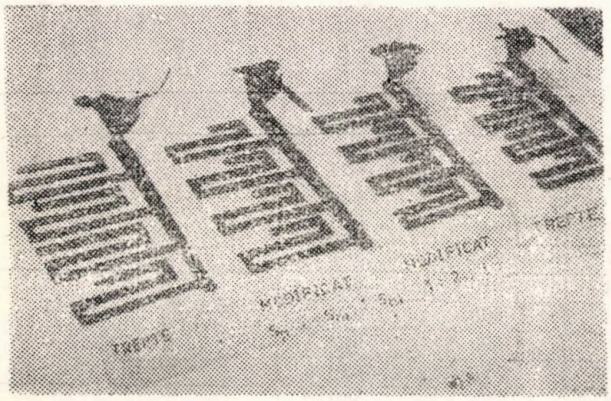


Fig. 4. Aspectul probelor turnate (raportul secţiunilor : $Sp : Sd : S_{at} = 1 : 2 : 1$)

Fig. 4. Cast test pieces : section ratio : $S_p : S_{d1} : S_{at} = 1 : 2 : 1$

La fiecare treaptă, secţiunea canalului de distribuţie s-a redus cu $\Delta S_d = 0{,}25\ Sd_1$. Reducerea secţiunii canalului de distribuţie s-a făcut prin reducerea corespunzătoare a înălţimii acestuia.

S-au efectuat determinări pentru reţele avînd următorul raport de convergenţă : $Sp : Sd_1 : S_{at} = 3 : 2 : 1$ şi $S_p : Sd_1 : S_{at} = 1 : 2 : 1$. Raportul de convergenţă s-a modificat prin schimbarea diametrului piciorului pîlniei (Sp —

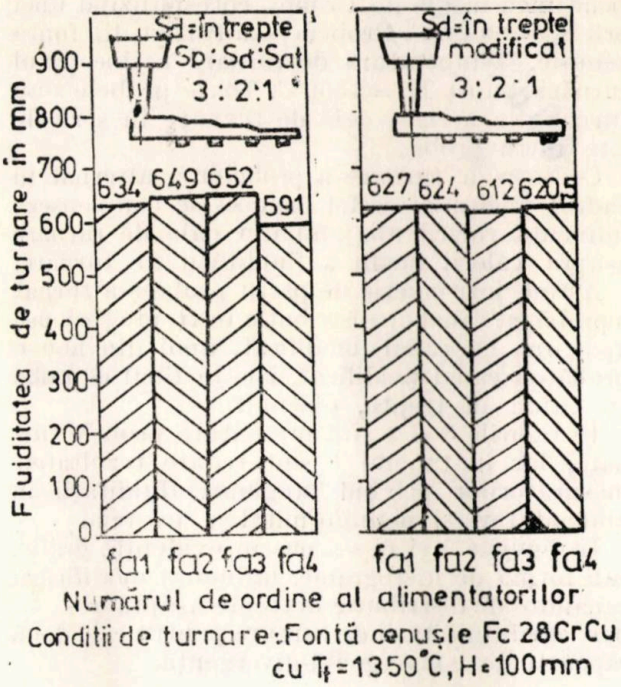


Fig. 5. Influenţa modificării canalului de distribuţie în trepte asupra fluidităţii de turnare la reţele de turnare cu raportul secţiunilor $Sp : Sd_1 : S_{at} = 3 : 2 : 1$

Fig. 5. The influence of stepped runner change on castability in gating systems with section ratios of $S_p : S_{d1} : S_{at} = 1 : 2 : 1$

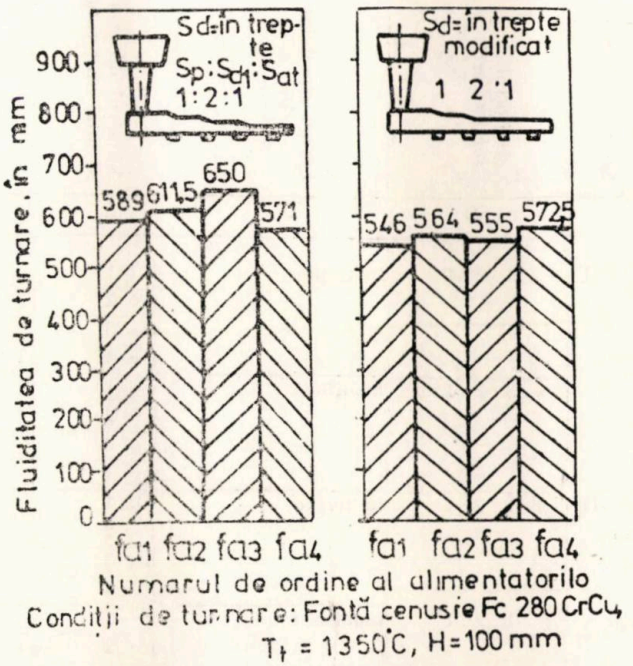


Fig. 6. Influenţa modificării canalului de distribuţie asupra fluidităţii de turnare la reţele de turnare cu raportul secţiunilor $Sp : Sd_1 : S_{at} = 1 : 2 : 1$

Fig. 6. The influence of runner change on castability in gating systems with section ratios : $Sp : Sd : S_{at} = 1 : 2 : 1$

aria secţiunii piciorului pîlniei, Sd_1 — aria secţiunii primei zone a canalului de distribuţie, S_{at} — aria secţiunii totale a alimentatorilor). Fiecare alimentator a avut grosimea de 4mm

și lățimea medie de 15 mm, corespunzînd unei arii $S_a = 60 mm^2$. Probele s-au turnat din fontă cenușie. Temperatura de turnare la începutul turnării a fost $T_t = 1350°C$. Toate probele s-au turnat din aceeași oală de turnare în serii de cîte patru probe.

Ordinea de turnare a probelor a alternat în cadrul unei serii astfel încît să se compenseze influența răcirii aliajului din oala de turnare asupra valorii medii a fluidității de turnare.

Astfel, într-o serie de patru probe s-a turnat o probă cu canal de distribuție în trepte (prima), apoi una cu canal modificat, apoi din nou o probă cu canal modificat, iar în final o probă cu canal în trepte, obișnuit.

În figurile 3 și 4 sînt prezentate probele turnate, iar în tabelul 1 sînt redate rezultatele măsurătorilor privind lungimea fluidității în alimentatori și neuniformitatea acesteia.

În figurile 5 și 6 s-a pus în evidență, grafic, sub formă de histograme, influența modificării canalului de distribuție în trepte asupra repartizării fluidității de turnare pentru cele două rapoarte de convergență-divergență.

Neuniformitatea relativă a fluidității de turnare în cei patru alimentatori s-a redus de la 9,65 la 2,41%, în cazul raportului: $Sp : Sd_1 : S_{at} = 3 : 2 : 1$ și de la 13,04 la 4,74% în cazul raportului: $Sp : Sd_1 : S_{at} = 1 : 2 : 1$.

În urma acestei modificări, fluiditatea de turnare în ultimul alimentator crește, atingînd valori comparabile (sau chiar mai mari) cu fluiditatea înregistrată în ceilalți alimentatori. Această influență se explică, pe de o parte, prin creșeterea razei hidraulice pe ultima zonă a canalului de distribuție, ceea ce duce la o răcire mai puțin intensă a jetului de aliaj, iar pe de altă parte prin creșterea presiunii statice în ultima zonă a canalului de distribuție, ceea ce duce la creșterea vitezei de curgere în ultimul alimentator. Acest din urmă efect a fost pus în evidență la rețelele cu canal de distribuție cu secțiune constantă în lucrările [1] și [3].

Din analiza rezultatelor din tabelul 1 se observă că modificarea canalului de distribuție în trepte determină o scădere a mediei fluidității de turnare pe ansamblul rețelei. Aceasta reprezintă un aspect defavorabil al modificării canalului de distribuție în trepte. Scăderea fluidității medii se explică prin creșterea duratei de tranziție de la începutul turnării, în care rețeaua de turnare se umple, iar presiunea sta-

Tabelul 1

Rezultate experimentale

Table 1

Experimental results

Seria de turnări	Raportul secțiunilor $S_p : S_{d1} : S_{at}$	Forma canalului de distribuție	Numărul de ordine al alimentatorului	Lungimea spiralei de fluiditate l_i			Fluiditatea medie pe rețea $l_{med} = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{i=4} l_i$	Neuniformitatea relativă a fluidității: $\Delta r = 100\ \Delta l_{max}/l_{med}$
				Proba 1	Proba 2	Media pe alimentator		
—	—	—	—	mm	mm	mm	mm	%
I	3 : 2 : 1	în trepte	i = 1	652	616	634	631,5	9,65
			i = 2	670	628	649		
			i = 3	656	648	652		
			i = 4	617	565	591		
	3 : 2 : 1	modificat	i = 1	644	610	627	620,9	2,41
			i = 2	643	605	624		
			i = 3	629	595	612		
			i = 4	646	595	620,5		
II	1 : 2 : 1	în trepte	i = 1	623	555	589	605,4	13,04
			i = 2	631	592	611,5		
			i = 3	670	630	650		
			i = 4	613	529	571		
	1 : 2 : 1	modificat	i = 1	551	541	546	559,5	4,74
			i = 2	568	561	564,5		
			i = 3	560	550	555		
			i = 4	574	571	572,5		

Se observă că modificarea canalului de distribuție, în sensul renunțării la ultima reducere de secțiune (din dreptul penultimului alimentator), determină o uniformizare a fluidității de turnare.

tică din canalul de distribuţie ajunge la valoarea maximă.

Încercările experimentale s-au efectuat numai pentru reţelele de turnare cu patru alimentatori, de aceea, în vederea generalizării rezultatelor, se impune efectuarea unor determinări similare şi pentru reţelele cu număr diferit de alimentatori.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ciobanu, I. şi Crişan, A. *Influenţa variaţiei secţiunii canalului de distribuţie asupra fluidităţii de turnare în cazul reţelelor de turnare cu patru alimentatori.* In: Metalurgia, Romania, nr. 8, 1991.

[2] Ciobanu, I. *Consideraţii privind influenţa formei canalului de distribuţie asupra curgerii aliajelor lichide prin reţelele de turnare cu mai mulţi alimentatori.* In: Metalurgia, Romania, nr. 11, 1985.

[3] Ciobanu, I. *Cercetări privind influenţa alimentării formelor asupra calităţii pieselor turnate din aliaje metalice.* Teză de doctorat, Institutul Politehnic Bucureşti, 1985.

Prezentarea Concernului Škoda şi a revistei Škoda

Uzina Skoda din ţinuturile Boemiei a fost construită acum mai mult de 100 ani. Emil Škoda a cumpărat uzina în anul 1869 de la Grafen Waldstein. În 1872 s-a construit *turnătoria de fontă şi metale neferoase*, iar mai tîrziu s-a realizat *modelăria*; în 1886 a fost construită *turnătoria de oţel*, prima de acest fel din acest ţinut. Întreprinderea s-a evidenţiat prin produse de înaltă calitate.

Actualmente întreprinderea realizează produse grele: turbine în mai multe variante pentru industria constructoare de maşini; repere unicat şi în producţie de serie.

Modelăria întreprinderii are o capacitate ridicată, realizînd modele atît pentru industria internă, cît şi pentru cea externă.

Modelele sînt realizate din lemn în combinaţie cu plastic şi aluminiu, avînd dimensiuni mari şi forme complicate. Modelăria realizează modele pentru turnarea fontei, bronzului şi aluminiului. Aici se realizează cutii de miez destinate procedeelor HOT BOX şi COLD BOX, precum şi cochile pentru turnarea aluminiului.

Oţelăria Skoda realizează piese pînă la 200 tone. Turnătoria de oţel este echipată cu un cuptor SM şi mai multe agregate electrice cu arc.

Oţelăria realizează piese destinate forjei şi blocuri de cilindri din mai multe mărci de oţel. Blocurile turnate (40—200 t) sînt din oţeluri speciale şi aliate. Din acestea se realizează turbine cilindri, arbori cotiţi, mori, echipamente şi conducte de gaze care rezistă la condiţii climaterice deosebite (—55°C). Dintre reperele mari se remarcă corpul reactor.

Ca procedee se remarcă turnarea sub vid, degazarea în vid la oală, precum şi modificarea la oală.

Turnătoria de fontă a concernului Škoda este o turnătorie pentru repere unicat şi de serie mică. Dintre repere se remarcă: caje, turbine de aer comprimat, carcase, corp pentru lagăr, cupe excavator, piese pentru maşinile electrice rotative ş.a. Ca reper deosebit: modelele din fibră de sticlă armată pentru realizarea tuburilor cinescoape. Ca mărci de fontă: fonta cenuşie 200, 300 şi fonta cu grafit nodular 400.

Formele se realizează din răşină formaldehidică, iar miezurile sînt produse prin procedeul COLD BOX.

Turnătoria de neferoase realizează un sortiment variat de piese turnate (mărci deosebite AlSi 10Mg, AlSi7 Mg, AlCu4TiMg).

Ca piese realizate în turnătoria de neferoase se pot enumera: blocuri motor, cilindri de capăt, piese pentru electrotehnică şi pentru locomotive electrice.

Din aliaje de aluminiu piesele turnate ajung pînă la 300 kg.

Revista **„Škoda"** prezintă problemele tehnologice privind turnarea la Concernul Škoda, precum şi realizarea unor repere de o complexitate deosebită.

Ing. Mihaela Pană
Institutul Politehnic Bucureşti

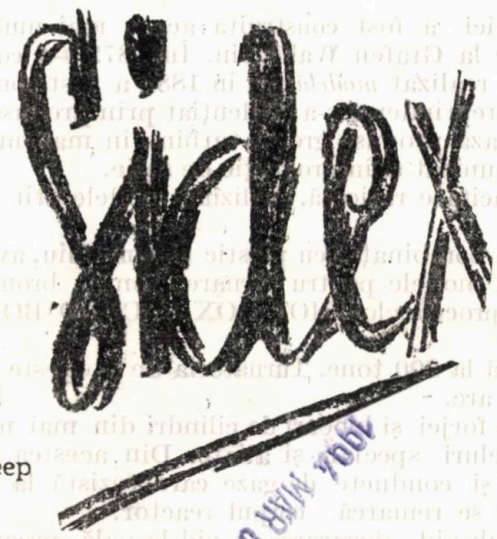
La realizarea acestui număr au mai colaborat:
Dipl. univ. Diana Bogdan; ing. S. Florea; Ioana Kuglay şi Rodica Roşu

SIDEX — Iron and Steel Complex of Galatz

manufactures and exports for you

Hot Rolled Flat Products

- Ordinary steel strips and plates for constructions
- Fine grained steel strips and plates for welded constructions
- Atmospheric corrosion resistant steel strips and plates
- Shipbuilding steel plates
- High quality carbon steel strips and plates for machine building
- Steel plates for boilers and pressure vessels
- Steel strips and plates for cold bending and deep drawing
- Steel strips and plates for side bars and other parts with small bending radius
- Steel plates for mining equipment
- Stainless steel strips and plates and refractory steel for nuclear and aeronautical industry
- Steel strips and plates for automobile rims



1984 MAR 0 2

Steel Semi-products

- Continuous cast or rolled slabs
- Continuous cast blooms
- Rolled billets

Coke-chemical products
Blast furnace coke

- Ferro-alloys coke
- Fine coke
- Coke-chemical ammonia sulphate
- Concentrated ammonia water
- Coal tar
- Technical ammonia
- Aromatic fractions
- Coke plant technic sulphur
- Pit coal tar
- Pit coal creosote for carbon black
- Coke-chemical absorption oil
- Phenolic fraction
- Crude anthracene
- Naphthalene
- Technical ferric sulphate
- Bitum

Cold Rolled Sheet

- Thin steel strips and sheets for cold formed shapes and welded pipes
- Sheets and strips for deep drawing
- Steel sheets and strips for car industry and sheets

Other Products

- Liquid and gas oxygen
- Liquid and gas nitrogen
- Liquid and gas argon
- Granulated blast-furnace slag
- Non-iron slag

GALATZ
1, SIDERURGIŞTILOR STREET
COD 6200
Tel. : 934/30 004;
30 109
TELEX : 51.257;
51.312

COMBINATUL SIDERURGIC GALAȚI
SIDEX
ROMANIA

A life experience on the steel market and many friends in the steel business !

1883 KÖNYVTÁR

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

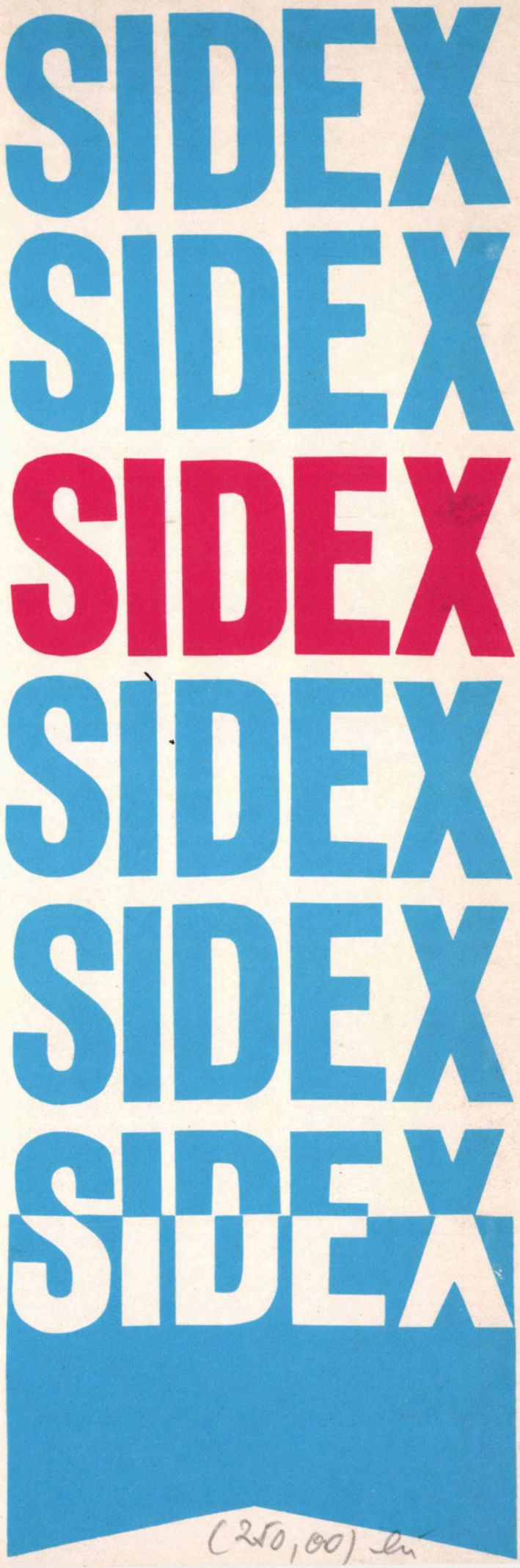
— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

COMBINATUL SIDERURGIC

SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiștilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015



(250,00) lei

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi and Cîmpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi şi Cîmpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru materal rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E3280

METALURGIA

Nr.8/92

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

ROMÂNIA
SIDEROM
SOCIETATEA COMERCIALĂ
«SIDEROM» S. A.
Str. Mendeleev 21–25, sect. 1
cod 70168
BUCUREŞTI, ROMÂNIA

ORSZÁGOS KÖZPONTI MŰSZAKI INFORMÁCIÓS SZOLGÁLAT KÖNYVTÁR 1883

Holdingul SIDEROM S. A. își prezintă activitatea de construcții

Ce am făcut și ce putem face:

- lucrări de calitate superioară
- lucrări cu durate mici de execuție
- lucrări la prețurile cele mai avantajoase

Toate acestea deoarece folosim:

- personal de înaltă calificare
- utilaje de performanță ridicată
- metode moderne de execuție

Vă așteptăm să deveniți partenerul nostru.

Contactați-ne de urgență!

Telefon: 659.44.95 Fax: 615.64.60 Telex: 11.669

Prezentare generală

În cadrul holdingului SIDEROM S.A. funcționează zece societăți comerciale: Reșița, Hunedoara, Slatina, Călărași, Târgoviște și Galați, care au ca obiect de activitate construcții și reparații de obiective civile și industriale cu serviciile aferente de transporturi și de mecanizare a lucrărilor de construcții.

Aceste societăți comerciale înființate cu 20—40 de ani în urmă au o bogată experiență în domeniu, însumînd în prezent un efectiv de peste 25 000 de muncitori și specialiști.

Profilul de activitate

În profilul de activitate a acestor societăți comerciale intră întreaga gamă de lucrări:

- construcții civile și industriale
- montaj și instalații tehnologice
- instalații, montaj electric și de automatizări
- reglaje de instalații și fluxuri tehnologice, rodaje, puneri în funcțiune
- reparații curente sau capitale de construcții, instalații, utilaje, echipamente, agregate sau linii tehnologice industriale

Lucrări de construcții

- excavații mecanice
- consolidări de teren prin compactări cu cilindru, compresor sau cu piloți forați și formați în pământ
- etanșări de incinte cu palplanșe metalice sau pereți mulați
- structuri de rezistență din beton armat monolit și prefabricat
- structuri glisate din beton, castele de apă, silozuri, coșuri de fum, turnuri de răcire
- structuri de rezistență metalice grele sau ușoare
- structuri de rezistență din zidărie
- zidării și căptușeli refractare, canale de fum, coșuri de fum, cuptoare
- drumuri și platforme grele sau ușoare din beton monolit sau elemente prefabricate
- căi ferate și triaje, inclusiv uzinale
- lucrări de izolații antiacide, izolații termice și hidrofuge
- lucrări de finisaje obișnuite sau speciale, vopsitorii, zugrăveli, pardoseli
- execuție și montaj de tîmplării sau confecții de orice fel din lemn și metal
- închideri de orice fel cu geamuri termoabsorbante, clare, mate, ornament, armate sau speciale (securit)
- rețele de canalizare menajeră și pluvială de mică sau mare adîncime

Lucrări de montaj — utilaje și instalații tehnologice industriale

- montaj de utilaje tehnologice statice și dinamice
- montaj de rezervoare metalice speciale
- montaj de mașini-unelte pentru prelucrare și așchiere
- instalații sanitare, termice, de ventilație și pentru gaze inerte sau periculoase
- montaj de cuptoare siderurgice și metalurgice de orice capacitate
- rețele și stații termoenergetice și hidroenergetice
- stații și rețele de ungere cu ulei sau unsoare consistentă
- izolații termice și anticorosive la instalații
- lucrări de reparații capitale, reparații anuale, reparații mijlocii și întreținere pentru orice fel de utilaje sau instalații

Lucrări de instalații și montaj electric

- stații și rețele electrice de orice mărime
- instalații electrice de iluminat exterior sau interior, inclusiv în medii periculoase
- instalații electrice de acționare și automatizare a proceselor tehnologice de înaltă și joasă tensiune
- instalații AMC pentru controlul și reglarea automată a parametrilor fluidelor energetice sau instalațiilor tehnologice
- verificări PRAM ale instalațiilor de distribuire a energiei electrice de înaltă, medie și joasă tensiune
- lucrări de reparații capitale, reparații anuale, reparații mijlocii și întreținere a instalațiilor electrice de orice fel

Execuția acestor lucrări este asigurată prin *Utilaje de construcții și mijloace de transport*, obișnuite sau de mare performanță, aflate în dotarea societăților din cadrul holdingului SIDEROM, dintre care menționăm, în principal:

- autobasculante de 6,5—16,0—50 t

- autotransportoare de beton de 3,5—5,4 m³
- autopompe de beton pentru 34 m înălțime
- autoremorchere cu remorci de 20—60 t
- trailer special, modulat, cu capacitate de transport de 300 t
- buldozere de 65—180 CP
- automacarale de 12,5—40 tf
- macarale pe șenile de 25—63 tf
- macarale de mare performanță pe pneuri sau șenile pentru 100—140 tf
- macarale turn fixe de 110—125 tf
- macarale turn speciale pe cale de rulare de 1000—1300 tm
- instalații pentru forat și turnat piloți cu diametre pînă la 1000 mm
- instalații de bătut și extras palplanșe metalice grele
- instalații pentru pereți mulați din beton

Printre *principalele obiective industriale de referință*, executate de societățile comerciale din cadrul SIDEROM S. A. în România, menționăm :

- baterii de cocsificare cu secții pregătitoare și secții chimice de valorificare a subproduselor
- fabrici de aglomerare a minereurilor
- furnale de 1700, 2700, 2500 m³
- oțelării cu convertizoare
- oțelării electrice cu turnare continuă și instalații de tratare pentru oțeluri speciale
- laminoare la cald și la rece
- laminoare degrosisoare, de profile mijlocii și ușoare
- laminoare de profile mici și sîrmă
- laminor de benzi electrotehnice
- forjă specială de blocuri și bare
- turnătorii de oțel, fontă și neferoase
- fabrici de var și blocuri dolomitice
- fabrici de oxigen de mare capacitate
- fabrici de electrozi siderurgici grafitați
- fabrici de produse refractare speciale
- ateliere de prelucrări metalice, tratamente termice și întreținere mecanică și electrică
- gospodării de apă de mare capacitate, cu stații de filtre, stații de pompe, turnuri de răcire
- coșuri de fum de mare înălțime
- rețele de căi ferate cu triaje și stații uzinale

În domeniul construcțiilor civile sau social-culturale, prin societățile componente, s-a realizat o gamă variată de lucrări cum sînt :

- sedii administrative
- locuințe (cartiere sau blocuri izolate)
- hoteluri și restaurante
- spitale și cabinete medicale
- locuințe individuale sau vile
- școli și grădinițe
- moteluri, hanuri
- săli de sport de mare capacitate
- popicării moderne
- bazine de înot
- patinoare
- terenuri de tenis sau de fotbal

Lucrări executate în străinătate

- fabrică de aglomerare a minereurilor și instalație autogenă de culbutare vagoane la EISSENHÜTTENSTADT, Germania
- cuptoare de încălzire la firma MAXHÜTTE din SZALZELD, Germania
- estacadă cu pod rulant în portul RENI, Ucraina
- specialiști și forță de muncă calificată la construcția combinatului de peletizare de la KRIVOI ROG, Ucraina
- asistență tehnică la realizarea unei instalații de sinterizare a șamotei în Turcia

Forța de muncă

Pentru execuția lucrărilor de construcții-montaj prezentate, societățile dispun de muncitori de înaltă calificare și cu experiență în toate meseriile specifice, pregătiți în unități școlare proprii, precum și de specialiști ingineri, tehnicieni și maiștri, necesari pentru organizarea, conducerea și coordonarea lucrărilor de la proiectare la execuție și predarea în funcțiune a lucrărilor.

Colaborări externe

La execuția lucrărilor, constructorii noștri au colaborat cu firme de prestigiu care au livrat utilaje tehnologice și aparatură electrică, printre care menționăm :

Japonia : Marubeni Corporation, Nisshin Steel Co., Mitsubishi Electric Corporation, Mitsubishi Heavy Industries, Chugai Ro Kogyo Kaisha, Toshiba Corporation, Hitachi, Daido Steel Co.

Germania : Sket, Demag, Neuman, Kera Bedarf, G.H.H. Siemens, Schloemann, Mannesmann

Austria : Voest Alpine, Birschoff, IWRA

Anglia : Davy United, Salem, Call Still, Wellman Incandescent

C.S.I. Energomashine export, Mashininexport, Tiajpromexport

S.U.A. : Wean United

Olanda : Philips

Italia : Indromec

Elveția : B.B.C., S.E.C.

Franța : Laforge, Secim, Unelec, Comesa

Spania : Inimex

Ceho-Slovacia : Škoda

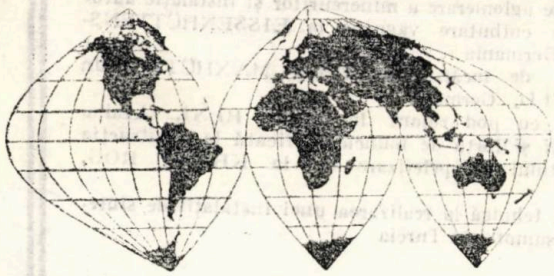
Suedia : A.S.E.A

Belgia : Abex-Demison

Un aspect deosebit de important care a asigurat succesul acestor colaborări și al execuției lucrărilor îl constituie, desigur, și faptul că proiectele au fost elaborate de specialiști români de înaltă clasă din cadrul institutelor de proiectări IPROMET și IPROLAM, societăți comerciale care fac parte și ele din holdingul SIDEROM S. A. și cu care societățile de construcții colaborează în continuare.

Ing. consilier E. Kuglay
și ing. G. Slătineanu
SIDEROM S.A.

8 - 15 OCTOMBRIE 1992



TIB '92
BUCUREȘTI

SÎNTEȚI INVITAȚI SĂ VIZITAȚI STANDUL FIRMEI

KELK

Sensors for Rolling Mills

DIN PAVILIONUL CANADEI

40 DE ANI DE EXPERIENȚĂ
ÎN DOMENIUL SENZORILOR ELECTRO-MECANICI
ȘI ELECTRONO-OPTICI PENTRU LAMINOARE

TRADUCTORI DE FORȚĂ, TENSIUNE SI PRESIUNE, AMPLIFICATOARE, SISTEME DE MĂSURARE A LĂȚIMII, CAPETELOR SI CONTURULUI TABLELOR SUBȚIRI ȘI GROASE, ETC

X-TRA

REPREZENTANȚA PENTRU ROMÂNIA
FAX 120 173, 177 018, TELEFON 177 018

METALURGIA

REVISTĂ EDITATĂ DE „SIDEROM" S. A.

8 AUGUST 1992

cuprins

Corneliu Rizescu: **Unele probleme ale restructurării și modernizării siderurgiei în România** 7

Corneliu Rizescu: **Some aspects of the reorganization and modernization of the Romanian iron and steel industry** 7

Geantă, V., Constantin, N., Berceanu, E., Bunea, D. și Șaban, R.: **Hidrodinamica băilor de oțel în cazul injectării gazelor inerte** 20

Șoit-Vizante, I., Constantin, N., Dobrovici, D. și Hrițac, Mariana: **Caracteristicile fontelor de afinare cu titan** 23

Ienciu, M., Popescu, Gabriela și Ciociu, Rita, Nicoleta: **Cercetări privind recuperarea cuprului din zgurile de la topirea în suspensie** 28

Sandu, I. Fl. și Strugari, Fl.: **Tendințe privind modernizarea și retehnologizarea Combinatului „SIDEX" S.A. — Galați** 32

Pârvu, G., Winckelbauer, C. și Ungureanu, I.: **Experimentări industriale pentru obținerea unor calități superioare la benzile din oțel silicios prin tehnologia convențională cu inhibitor MnS** 35

Ghelu, Gh.: **Optimizarea proceselor de forjare prin simulare pe calculator** 39

Domșa, Șt. și Kaysser, W.: **Cercetări privind sinterizarea alamelor din pulberi de cupru și zinc** 46

Szöcs, Ecaterina, Szöcs, Șt., Giurgea, Felicia, Pop, V. și Vlad, M.: **Utilizarea fontei nodulare drept fontă rezistentă la uzură și la șoc** 49

COLEGIUL DE REDACȚIE
(în ordine alfabetică)

VICTOR BERTALAN, MARIN BIVOLA, GHEORGHE BUJGOI, ION CHIOSE, TOADER DUMITRACHE, ALEXANDRU FLOREA, EMIL FLORIAN, LADISLAU FRUMOSU, OCTAVIAN GRĂMADĂ, RADU HANGA, GHEORGHE LEPĂDATU, ȘTEFAN MĂRGINEANU, VIOREL MUNTEANU, PETRE NEDELESCU, ALEXANDRU ORZAȚĂ, VASILE PARPALĂ, NICOLAE PÎRVAN, ION PRISECARU, GELU CONSTANTIN RADU, BUJOR ROȘCA, SILVIU SAMOILESCU, EUGEN SANDU, IOAN FLORENTIN SANDU, COSTIN SCORȚEA, LAURENTIE SOFRONI, HORAȚIU VODĂ, LAURENȚIU ZAMFIR

Redactor responsabil: prof. dr. ing. L. SOFRONI

Șef CIDMET: ing. Brândușa Florentina Scorțea

Redactor: dipl. univ. ELENA PÂRVU

Redacția și administrația: București, str. Mendeleev, nr. 21—25, sector 1, cod 70 168; telefon 59 49 90.

Instituțiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SBM. Costul unui abonament: lei 3 000 anual. Costul unui exemplar: **lei 250**.

Tiparul: S.C. „UNIVERSUL" S.A., str. Brezoianu nr. 23—25, București • c. 3597

contents

DC : 666.1

Rizescu, C. : **Some aspects of the reorganization and modernization of the Romanian iron and steel industry**

Metalurgia 44 (1992), no. 5, p. 7—19

DC : 669.184 :66.091.1

Geantă, V., Constantin, N., Berceanu, E., Bunea, D., Saban, R. : **Steel bath hydrodynamics during the injection of inert gases**

The paper presents some aspects of the hydrodynamics processes which take place during the injection of inert gases into the liquid steel. The authors outline the main injection methods and, in the case of the most used technology, the characteristic areas which determine the ways of influencing the physical and chemical processes during high purity steelmaking.

Metalurgia 44 (1992), no. 8, p. 20—22

DC :669.162.275.124.5

Soit-Vizanle, I., Nicolae, C., Dobrovici, D. and Hîrce, Mariana : **The properties of titanium pig-iron**

The paper presents the structural modifications of the pig-iron, obtained from charges with titanium and iron ore additions. The manner in which titanium passes into the pig iron and its influence on the nitrogen from pig iron are described.

The authors also report the lab research carried out in order to determine the influence of various factors on the titanium reduction.

Metalurgia 44 (1992), no. 8, p. 23—27

DC :669.3 : 621. 745.456

Ienciu, M., Popescu, Gabriela, Ciociu, Rita Nicoleta : **Investigations on copper recovery from the slag obtained by smelting in suspension**

The paper presents the results of the research carried out in order to recover the copper from the slag obtained during the suspended smelting of the copper concentrates by slow cooling, followed by crushing-grinding and slag flotation.

The collective flotation of the slag taken from various areas of the cooling ladle has been done, establishing the copper extraction yield which was in accordance with the results of the microscopic study.

Metalurgia 44 (1992), no. 8, p. 28—31

DC :669.1

Sandu, I. Fl., and Strugari, Fl. : **Trends in upgrading and revamping Galatzi SIDEX Ltd. steel works**

The upgrading and revamping program of Galatzi Sidex Ltd. steel works, which will take place in two stages, includes the main sectors of the fabrication flow, i.e. :

— the coal powder injection in the blast furnace
— computer-aided control of the ironmaking process
— implementation of the combined blowing into converters
— increase of continuous casting ratio
— renovation of hot and cold rolling mills

Metalurgia 44 (1992), no. 8, p. 32—34

DC :621.785 :669.14.018.583

Pârvu, Gh., Winckelbauer, C. and Ungureanu, I. : **Experiments for obtaining high quality silicon steel strip using conventional technology with MnS inhibitor**

The industrial experiments carried out were aimed to obtain strip of high quality with minimum technological amendments starting from the conventional sulphidic method of manufacturing silicon steel strip with oriented grains.

The authors tested the increase in the inhibitor amount by adding stibium and molybdenum, the increase in the cold reduction degree over 60%, the reduction of the heating speed during advanced annealing.

Some magnetic characteristics specific to $M_2—M_3$ qualities compared to $M_5—M_6$ in the present technolohy have been obtained.

Metalurgia 44 (1992), no. 8, p. 35—38

DC :621.73

Chelu, Gh. : **The optimization of the forging process by computer simulation**

The main factor which determines the forging efficiency is the machine time, which is given by the hammer blows or by the press stroke required by forging up to a certain ratio of reduction. On the other hand, the blows or pressing number depens on the ratio between the clamped length and the semiproduct or ingot width (lo/bo) and on the unit deformation degree.

This report presents the results based on the computer simulation of the forging process of the square and rectangular semiproducts between plane tools. The main aim of computer simulation was to determine the optimum value of lo/bo ratio and of the unit deformation degree, so that in certain working conditions, the forging be made with a minimum number of blows or pressings. The technological parameters taken into consideration for forging simulations were : initial dimensions of the semi-product, forging reduction ratio, steel chemical composition (based on which the deformation resistance of the forged material was determined), the pressing force or the hammer blow energy, lo/bo ratio and the unit deformation degree.

The analysis of the obtained results led to the following general conclusions :

— the productivity increases with the increase of the unit deformation degree only up 16—18%. At higher value of the unit deformation degree, the efficiency increases only a little or even decreases ;

— important yields increases take place up to clamped length ratios between 1 and 1, 6 depending on the unit degree of deformation.

The forging simulation program provides also informations concerning the independence of parameters during forging.

Metalurgia 44 (1992), no. 8, p. 39—45

DC :621.762.5

Domşa, S. and Kaysser, W. : **Studies concerning the brass sintering from copper and zinc powders**

The paper presents the conditions in which it is possible the brass sintering from mechanical mixtures of copper and zinc powders without zinc vaporization. 80Cu—20Zn brass of 78—88% tightness, showing swellings after sintering (eliminated by double pressing) has been studied by electronic microscopy. These studies emphasized the chemical composition, the different diffusion of the components, the homogeneity of the solid solution, depending on the sintering time.

Metalurgia 44 (1992), no. 8, p. 46—48

DC :669.131.7

Szocs, Ecaterina, Szocs, S., Giurgea, Felicia, Pop, V. and Vlad, M. : **Ductile cast iron used as wear and impact resistent iron (I)**

Metalurgia 44 (1992), no.8, p. 49—54

UNELE PROBLEME ALE RESTRUCTURĂRII ȘI MODERNIZĂRII SIDERURGIEI ÎN ROMÂNIA

SOME ASPECTS OF THE REORGANIZATION AND MODERNIZATION OF THE ROMANIAN IRON AND STEEL INDUSTRY

Dr. ing. CORNELIU RIZESCU
EXPERT MATERIALS, SRL

Dr. ing. CORNELIU RIZESCU
EXPERT MATERIALS, LDT

CZ :666.1

Producția de oțel, ca rezultantă firească a celor două componente : piața internă și respectiv cea externă, va avea stabilitate și penetrabilitate, în funcție de modul în care se reușește păstrarea unui anumit echilibru între costuri și calitatea producției (fig. 1).

Nu ne propunem să detaliem aceste aspecte, ci să reținem faptul că în cadrul prezentului simpozion * sînt comunicări care, mai mult sau mai puțin, dezvoltă atît caracterul complex al definirii pieței oțelului, al costurilor, cît și cel al calității producției. În ceea ce ne privește, considerăm că o anumită însemnătate o are definirea corectă a **„strategiei de etapă"** a industriei siderurgice, înțeleasă sub aspectul soluționării factorilor reprezentați schematic în figura 1.

Dintre aceștia, în cele ce urmează vom încerca să dezvoltăm într-o oarecare măsură aspectele energetice ale producției de oțel, deoarece apreciem că acestea sînt un indicator sintetic, care reflectă modul de soluționare a problemelor tehnologice ale fabricației, pe cele ale asigurării materiale, precum și pe cele ale organizării și conducerii acestei industrii.

The steel output, as a natural result of two components : the domestic and the external market, will have stability and penetrability, depending on the way to maintain a certain balance between costs and product quality (fig. 1). We do not have in mind to detail these aspects, we find only that at this symposium there are papers which more or less develop the complex character of defining the steel market with respect to costs and product quality.

For us, a certain significance has the correct definition of the **"step strategy"** for the steel industry, seen as a result of solving the factors schematically registered in figure 1. Among these, we shall try to develop, to a certain extent, the energy aspects of the steel production, because we consider that these are synthetic parameters which reflect both the ways to solve the technological aspects of steel production, the raw materials supply and managerial aspects of this industry.

* Lucrarea a fost prezentată la simpozionul internațional *„Restructurarea siderurgiei românești"*, Târgoviște 16—19 febr., 1992.

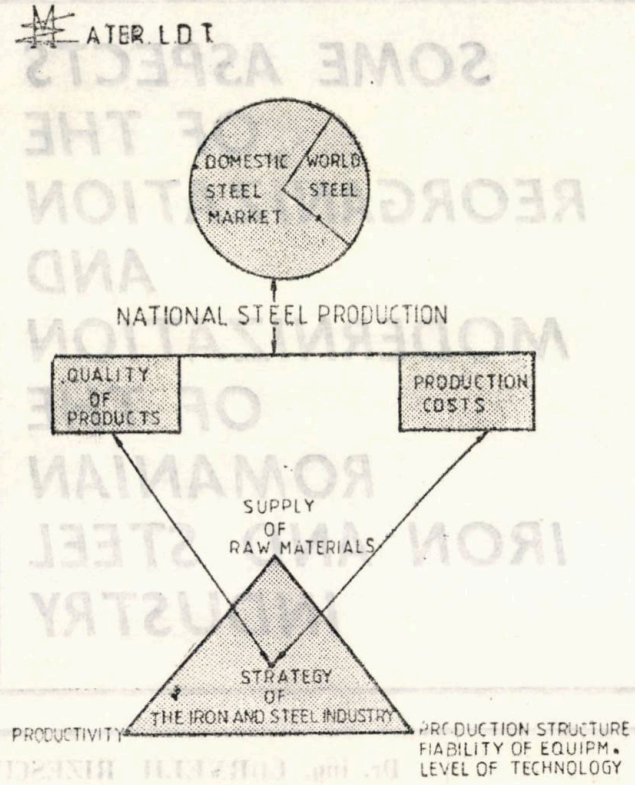


Fig 1

Energetica siderurgiei

Dorim să subliniem faptul că problemele energetice ale siderurgiei fac parte din contextul general al economiei românești, așa cum rezultă din datele reprezentate în tabelul 1. Conform acestor date, România are indicatorul specific de consum energetic, în echivalent petrol/loc., superior Spaniei și Italiei, apropiat de cel al Franței, dar în condițiile unui P.N.B.* mult inferior. Reținem faptul că, din acest consum general, siderurgia, fără industria refractarelor și a materialelor cărbunoase, preia în 1990 în medie 11,5% (tab. 2).

Referindu-ne la structura consumului energetic al siderurgiei, datele din tabelul 3 evidențiază faptul că în România ponderea gazului metan în siderurgie este încă ridicată în comparație cu Japonia, Franța sau Germania. În acest fel, programele de dezvoltare avute în vedere în sectorul de furnale (injecția de cărbune la nivel de peste 120 kg/t) se impun cu prioritate. O mare atenție va trebui să se acorde sectoarelor de relaminare care nu dispun de combustibil propriu (gaz de cocs, gaz de furnal, gaz de convertizor). Combustibilul lichid pentru aceste unități poate reprezenta o soluție. Este însă aceasta o soluție de lungă durată? Este ea oare singura soluție?

Energy aspects of the iron and steel industry

We must, from the begining, emphasize that the energy aspects of the iron and steel industry belong to the general context of the Romanian economy (see table 1). The data listed in this table show that Romania has an energetic consumption (oil per capita) superior to Spain and Italy and close to that of France, but with a much lower GNP (Gross National Product). The quota of this consumption represented by the iron and steel industry (without the refractory and carbon electrode industry) was in 1990 about 11.5% corresponding to the structure shown in table 2.

Refering to the structure of the energy consumption, the data included in table 3, emphasize that in Romania the share of natural gas is still high in comparison with that of Japan, France of Germany. Therefore, the optimizing programs for blast-furnaces (pulverized coal injection at a rate of more than 120 kg/ton) are to be achieved with priority. Attention is to be paid to the rolling department activity which do not dispose of process generated fuel as coke gas, blast-furnace gas, or converter gas. The liquid fuel, for this activity, can it be a solution. Is it a long standing solution? Is it the only one?

Tabelul 1

Consumuri naționale de energie

Table 1

National energy consumptions

Țara	1965 kg echiv. petrol/loc.	1987 kg echiv. petrol/loc.
FRANȚA	2468	3729
SPANIA	901	1939
ITALIA	1568	2667
ROMANIA	1536	3467

Tabelul 2

Consumul de energie în metalurgia României (% din consumul total)

Table 2

Energy consumption of Romanian metallurgy (% of the total consumption)

GAZE NATURALE	10,3
COMBUSTIBIL LICHID	5,3
ENERGIE ELECTRICĂ	15,4
COMBUSTIBIL CONVENȚIONAL	11,5

*P.N.B. — Produs național brut

Din aceleași date reținem ponderea încă relativ scăzută a cărbunelui și cocsului în structura consumului de energie, în comparație cu cel al țărilor industrializate. Din acest punct de vedere, în ultima perioadă se vorbește tot mai mult de așa-numita „independență energetică" a combinatelor integrate, definită printr-o relație de tipul :

$$C = \frac{Eic - Eoc}{Ei - Eo} 100$$

în care :

Eic este energia primară provenită din cărbune și cocs achiziționat din exterior ; *Eoc* — energia livrată în exterior sub formă de cocs, cocs mărunt, subproduse de cocserie ; *Ei* — energia primară din exterior (cărbune, cocs, petrol, electricitate, gaze) ; *Eo* — energia livrată în exterior sub formă de abur, electricitate, gaze.

Tabelul 3

Structura consumului de energie în siderurgia unor țări

Table 3

Structure of energy consumption in iron and steel making

	JAPONIA	FRANȚA	GERMANIA	ROMÂNIA
CĂRBUNE + COCS	70,3	66,6	64,2	53,3
GAZE NATURALE	8,0	6,1	13,2	28,5
COMBUSTIBIL LICHID	5,3	4,2	4,7	1,4
ENERGIE ELECTRICĂ	23,4	23,0	17,9	15,3

La unele combinate din Japonia acest coeficient reprezintă valori de peste 100% față de 69,1% realizat de noi (tab. 4). Acest lucru pune probleme importante în ceea ce privește modul de abordare a resurselor energetice secundare atît sub aspect global, cît și sub cel al formei de recuperare.

Independența energetică a siderurgiei, leprezentată prin acest indicator, trebuie înțeleasă în sensul că partea de energie preluată din sistemul național, de la terți, sub formă de cocs, gaze, produse petroliere, să fie returnată, sub alte forme, altor consumatori din economie.

Datele reprezentate sintetic în figura 2 ilustrează faptul că problema consumului global specific în Gj/t de oțel brut nu poate fi soluționată satisfăcător fără îmbunătățirea structurii de ansamblu a proceselor de fabricație și fără asigurarea cu materii prime a siderurgiei.

From the same table 3 it is obvious the low share of coal and coke in the structure of the energy consumption, in comparison with industrialized countries. From this point of view, in the last period, a large interest is shown to have a so called, "energy independence" (C) of the integrated steel works, definied by the relation :

where :

E_{ic} = primary energy obtained from coal and coke supplied from other countries ;

E_{oc} = energy delivered in exterior as coke, coke breeze, coking-plant by-products ;

E_1 = primary energy supply (coal, coke, oil, power, gases) ;

E_0 = energy delivered in exterior as steam power, gases etc

Tabelul 4

„Independența" energetică la unele combinate siderurgice din România

Table 4

The energetical independence of some iron and steel works in Romania

Procedee de fabricație în elaborarea oțelului, %	A	B
LD	87,3	—
CE	2,7	16,1
Cuptor Martin	—	87,3
Turnare continuă	58,6	—
Coeficientul de independență „C"	69,1	52,5

In some integrated steel works from Japan this rate has values over 100%, instead of 61.5% achieved in the Romanian iron and steel industry (see table 4). Therefore, the secondary energy recovery is a very important matter, both from the point of view of the all-out aspect and of the form of recovery.

The energy independence of the iron and steel industry pointed out by this relation, must be understood by that the quantum of the energy taken over from outside as coke, gases, oil products, is to be delivered under other forms, to various consumers of the economy.

The data synthetically represented in fig. 2 illustrate the fact that the overall specific consumption, Gj/ton of crude steel, is not possible to be improved without process optimizing and a rhythmical supply of high quality raw materials.

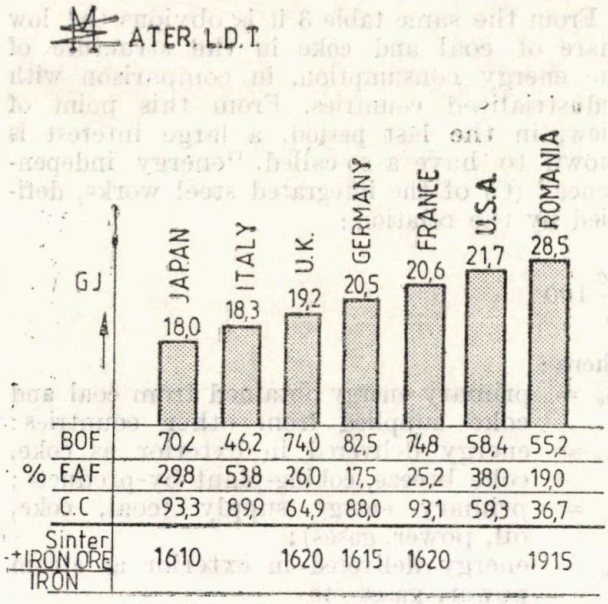


Fig. 2

Cea mai mare parte a consumului energetic global (inclusiv cocsul) se realizează în sectorul primar (aglomerare-furnale), responsabil pentru cca 65% din consumul total. Acestui sector i-ar trebui consacrată o dezbatere separată (tab. 5).

Progrese în domeniul elaborării oțelului

Convertizorul cu oxigen se dovedește în continuare a fi procedeul dominant în producția de oțel. Evident că acesta nu mai seamănă cu cel specific anilor 1965—1970 atît din punct de vedere al sistemului de insuflare cît și din cel al tehnicii de conducere și prelucrare suplimentară a oțelului. Datele din tabelul 6 evidențiază nivelul principalilor indicatori caracteristici convertizoarelor din Japonia, din care reținem următoarele aspecte:

— Creșterea productivității convertizorului s-a realizat nu atît prin reducerea timpului de afinare (deși și din acest punct de vedere au fost obținute realizări deosebite) cît, mai ales, prin sporirea capacității unitare. Astfel, dacă în 1973 capacitatea medie a convertizoarelor era de 143 t, aceasta a ajuns acum la 182 t/șarjă.

— Creșterea ponderii oțelului calmat s-a făcut în corelație cu evoluția industrializării turnării continue, renunțîndu-se treptat la mărcile de oțel tehnologic economicoase (oțeluri necalmate). Astăzi, aceste mărci se regăsesc de regulă în fabricație numai atunci cînd condițiile de utilizare impun existența lor.

— Prelucrarea oțelului prin tehnici specifice, în instalații adecvate, a crescut constant, ajungînd la cca 73% în 1990. Cota de oțel tratată

The most of the whole energy consumption (65%) — includind coke-is achieved in the primary sector (sintering plant – blast furnace) and therefore, this sector is worthy to be especially analysed. In our conditions, the blast-furnace technique is still used and new techniques as COREX process is for us of no practical interest. (Table 5).

Tabelul 5

Consumul integrat de energie pe tona de oțel [9], GJ/t

Table 5

Energy integrated consumption per steel ton [9], Gj/t

Caracteristica fluxului tehnologic	Aglomerare + furnale + LD	Peletizare + COREX + LD	Reducere cu plasmă + LD	Midrex + UHP C.E.
Energia primară	12	16	16,3	17,9
Energia netă	11,4	14,1	10,3	13,0

Progress in steelmaking

The oxygen converter remains, today also, the ruling steelmaking process. Evidently, this process is not the same as that known in 1965 — 1970, both from the blowing system point of view and the control techniques.

The data listed in table 6 for the Japanese oxygen converter show the main features of this sector, from which we mention:

— the rise in productivity was obtained more by increasing the unit capacity of the converter than by diminishing the refining time. So, if in 1973 the average converter capacity was of 143 tons, today it is of 182 tons;

— the increase of killed steel share in the total steel production is due to the evolution of the continuous casting. Today rimming steel is made only for special purposes;

— the treatment of steel by specific techniques in adequate facilities extended steadily, reaching in 1990 a share of 73% of the whole steel production. The share of vacuum treated steel must be established separately, for each case, having in mind both the economic and technical advantages for the steel producer and the market demand;

prin instalaţii de vid trebuie să fie aleasă, în fiecare caz în parte, plecînd de la avantajele economice şi tehnice aduse producătorului de oţel.

— Semnificative sînt trecerea la convertizoare cu insuflare dublă, care în 1990 reprezentau o pondere de 66% din totalul convertizoarelor existente în funcţiune, şi conducerea elaborării pe bază de modele dinamice cu control adecvat al procesului.

— Un anumit grad de generalizare pare să realizeze preafinarea fontei, inclusiv desilicierea a cca 0,25% procente de siliciu mediu în fontă, precum şi decarburarea la punct fix, cu corecţia finală în limite precise.

— Convertizorul cu oxigen, cuplat cu instalaţii adecvate de prelucrare a oţelului lichid, devine tot mai mult un agregat competitiv, inclusiv pentru elaborarea unor oţeluri aliate.

Cuptorul electric intervine, astăzi, în realizarea producţiei siderurgice cu pondere însemnată, fiind, pentru anumite situaţii specifice, soluţia optimă. Prin adaptări tehnologice corespunzătoare a fost redus mult consumul specific de energie electrică, electrozi şi refractare, făcînd să crească eficienţa economică a fabricaţiei de oţel electric (tab. 7).

Procesul de modernizare a elaborării oţelului în cuptoare electrice continuă ; principalele elemente care îşi fac loc în acest domeniu sînt reprezentate sintetic în tabelul 8. Apreciem că adîncirea analizei acestora pentru condiţiile existente în oţelăriile electrice de la Tîrgovişte, Hunedoara, Cîmpia Turzii, Oţelu Roşu, Călăraşi este utilă şi va trebui continuată.

Tabelul 6

Date din exploatarea convertizoarelor cu oxigen în Japonia [1]

Table 6

Operation performance of oxygen converters in Japan

	1973	1985	1990
PRODUCTIVITATE, t/h	245,0	326,3	342,6
OŢEL CALMAT, %	39,0	93,1	96,5
PRELUCRARE SUPLIMENTARĂ A OŢELULUI LICHID, %		65,9	73,2
din care :			
PRELUCRARE ÎN INSTALAŢII CU VACUUM, %	4,4	51,4	54,6
TURNARE CONTINUĂ, %	18,1	93,1	96,5

Progrese în domeniul turnării continue

Hotărîrea pentru creşterea ponderii turnării continue a fost luată de mult. Ritmul de realizare este însă nesatisfăcător, ceea ce explică, în parte, astăzi, şi unele consumuri integrate de energie mai ridicate pe tona de produs. Finalizarea ofertelor tehnice, în curs de derulare cu Mannesmann, Davy Dist. şi alţii aflaţi în competiţie, apare ca o necesitate.

— significant is the spreading of the combined blowing process (66% of the operating converters in the year of 1990) and also of the steel making process control by dynamic models ;

— some generalization degree has been obtained in the prerefining of hot iron, including desiliconization (up to 0.25% Si) and decarburization at fixed point ;

— the oxygen converter coupled with adequate ladle metallurgy facilities is now a competitive steelmaking process for alloy steel.

The electric furnace has now an important place in the steelmaking industry, being for some specific situations, the best solution to be adopted. As a result of the technological improvements, energy, electrode and refractory consumptions were diminished. The data listed in table 7 are very expressive in this matter.

The modernization of the electric steelmaking process still continues, the main features of this activity being listed in table 8.

We appreciate that a pertinent analysis of the possibilities to implement advanced technologies in electric steelmaking must take into account the actual conditions of the electric steel plants at Tîrgovişte, Hunedoara, Cîmpia-Turzii, Oţelu-Roşu and Călăraşi.

Tabelul 7

Date din exploatarea cuptoarelor electrice cu arc în Japonia [1]

Table 7

Operation performance of electric arc furnaces in Japan

	1973	1983	1990
PRODUCTIVITATE, t/h	12,9	31,6	35,5
ENERGIE ELECTRICĂ, kWh/t	543	440	388,1
OŢELURI ALIATE, %	38,6	28,0	30,4
PRELUCRARE SUPLIMENTARĂ A OŢELULUI LICHID, %	35	47,0	56,0
TURNARE CONTINUĂ, %	29,4	76,5	84,8

Progress in continuous casting

The option to rise the continuous casting share in the Romanian iron and steel industry has been taken long since. The erection rhythm of the new facilities has been too slow and therefore the integrate energy consumption per ton of steel product is still high.

Tabelul 8

Dezvoltări actuale în oțelăriile electrice

Table 8

Actual developments in electric steel works

1. EXTINDEREA CUPTOARELOR ALIMENTATE ÎN C.C.

Țara	Compania	Capacitatea, t	Anul
S.U.A.	NUCOR	33	1985*
	FLORIDA STEEL	33	1986*
FRANȚA	SEM	62	1985
ITALIA	DELTASIOLER (AOSTA)	30	1987*
JAPONIA	TOPY IND :	35	1988*
	DAIDO STEEL	20	1989
	TOKYO STEEL	130	1989
	KYOTO STEEL	60	1990

* Modernizarea cuptoarelor existente

2. EXTINDEREA CUPTOARELOR CU EVACUARE EXCENTRICĂ (EBT)
3. RĂCIREA DIRECTĂ A ELECTROZILOR DE GRAFIT
4. PANOURI RĂCITE CU APĂ
5. AJUSTAREA FINĂ A COMPOZIȚIEI CHIMICE PRIN „FIR CONSUMABIL" (C ; Si ; Mn ; Ti ; B)
6. TEHNOLOGII PENTRU REDUCEREA CONSUMULUI DE ENERGIE ELECTRICĂ :
   — ARZĂTOARE CU COMBUSTIBIL LICHID
   — INJECȚIA DE MATERIALE PULVERULENTE
   — PREÎNCĂLZIREA FIERULUI VECHI

Este de reținut faptul că sporirea ponderii oțelului turnat continuu de la 40 la 90% poate aduce scăderea consumului de energie cu cca 0,7 GJ/t, pe seama eliminării fazei de lingou și a creșterii scoaterii. În ideea conservării maxime a energiei și reducerii importante a consumului de energie și creșterii productivității, sînt de semnalat unele direcții în dezvoltarea procedeului de turnare continuă, din care reținem :

— Procedeul de cuplare a instalațiilor de turnare continuă cu laminoarele degrosisoare, al cărui stadiu de industrializare este reprezentat prin datele înscrise în tabelele 9 și 10.

— Obținerea de sleburi subțiri (tab. 11) se află, din punct de vedere al echipamentelor și tehnologiei, într-o fază de industrializare mai avansată față de obținerea directă a benzii laminate la cald. În acest program, pentru obținerea benzii subțiri de 2—4 mm, sînt concentrate eforturile financiare importante ale firmelor : NSC/Mitsubishi, Voest-Alpine, Allegheny, Usinor, Ugine/IRSID, Krupp/Nisshin, CSM (Italia), British Steel/ECRC, Kawasaki, BHP/IHI, care urmăresc industrializarea tehnologiei la oțeluri inoxidabile sau carbon. În prezent, se lucrează la îmbunătățirea suprafeței calității și structurii interioare, la creșterea lățimii benzii, la reducerea semnificativă a costurilor de fabricație.

Having in mind the maximum energy conservation and an important reduction of the energy consumption as a rise in productivity, we have to mention the main directions in the modernization of the continuous casting process :

— the technological connection of casters with roughing mills (see tables 9 and 10) ;
— the manufacturing of thin slabs (table 11) which is from both the equipment and technology point of view in a more advanced stage of industrialization than the direct hot rolled process strip. For this program (to obtain 2—4 mm thin strip) important financial resources are concentrated by companies like NSC/Mitsubishi, Voest-Alpine, Allegheny, Usinor, Ugine/IRSID, Krupp/Nisshin, CSM (Italy), British Steel/ECRC ; Kawasaki, BHP/IHI. At present, they have in view the improving of the surface quality and the internal structure, the increase of the strip width, and the diminishing of the production costs.

Tabelul 9

Tehnologii de introducere a sleburilor turnate în ciclul de laminare [2]

Table 9

Technologies for using cast slabs in the rolling process

Clasa oțelului	Rece max. 100°C	Semicald 100—600°C	Cald min. 600°C	Direct
Bandă din oțel cu conținut mic în carbon	Da	Da	Da	(Da)[1]
Oțeluri rezistente la fragilizare	Da	Da	Da	Nu)[2]
Bandă din oțeluri slab aliate de înaltă rezistență (HSLA)	Da	Da	Da	(Nu)[3]
Tablă groasă de rezistență ridicată	Da	Da	(Nu)[2]	(Nu)[2]
Bare din oțeluri cu Al cu granulație fină	Da	Da	(Da)[4]	(Nu)[4]
Oțeluri silicioase	(Nu)[5]	Da	(Da)[6]	(Nu)[6]
Oțeluri inoxidabile feritice	(Nu)[5]	Da	Da	Da
Oțeluri inoxidabile bifazice	Da	Da	(Da)[7]	(Nu)[7]
Oțeluri înalt aliate	(Da)[8,9]	Da	Da	Da
Oțeluri cu conținut ridicat în carbon (+Cr, Mo, W)	(Da)[8]	Da	(Da)[10]	(Nu)[10]

1. Impune $\frac{Mn}{S} > 30$
2. Nu se asigură controlul granulației
3. Numai cele cu Ti
4. Impune răcirea în flux a suprafeței
5. Sensibilitate la fisurare
6. La oțelurile cu grăunți orientați necesită menținerea îndelungată la temperaturi ridicate
7. Menținere pentru solubilizarea feritei
8. Se impune răcire lentă
9. Încălzire lentă
10. Menținere pentru dizolvarea carburilor

Tabelul 10

Stadiul de industrializare a unor tehnologii de conservare a energiei în sleb [3]

Table 10

The stage of industrial use of certain technologies aimed at energy conservation in slab

Compania	Semicald	Cald	Direct
KSC-CHIBA	×	×	
NISSHIN-KURE	×	×	
NKK-FUKUYAMA	×	×	×
NSC-KIMITSU	×	×	
NSC-YAMATA	×	×	×
SMI-KASHIMA	×	×	
SMI-WAKAYAMA	×	×	
HOESCH-DORTMUND	×		
HOOGOVENS-IJMUIDEN	×		
KLÖCKNER-BREMEN	×		
KRUPP-RHEINHAUSEN	×		
PEINE-SALZGITTER	×		
SIDMAR-GENT	×		
SOLLAC-FLORANGE	×	×	
THYSSEN-BEECKERWERTH	×		
THYSSEN-BRUCKENHAUSEN	×		
BS-RAVENSCRAIG	×		
BS-LLANWERN	×		
BS-LACKENBY	×		

Apreciem faptul că în etapa actuală, în condiţiile siderurgiei din România, prin modernizările care se vor realiza în colaborare cu firme specializate, se va ridica nivelul tehnologic al instalaţiilor existente şi se va asigura creşterea cotei de oţel turnat continuu. Din punct de vedere al conservării energiei prin modernizările care se vor aduce în calitatea semifabricatului turnat, va deveni posibilă generalizarea variantei tehnologice de încărcare caldă a slebur ilor şi blumurilor.

Costurile modernizării industriei siderurgice

Este necesară modernizarea acestei industrii ? Nu ar trebui concentrate toate eforturile către agricultură, servicii şi turism ? Evident, se pot aduce multe argumente pentru ambele direcţii. Într-o încercare de sistematizare a ideilor ar trebui să avem răspunsuri la următoarele întrebări :

— Se cunoaşte vreo situaţie în care, dispunînd de o bază de producţie metalurgică capabilă să aducă profit într-un termen relativ scurt, să nu intervii atunci cînd este necesar pentru revitalizarea şi creşterea profitului ?

— Care sînt costurile totale şi care este durata de timp în care eficienţa activităţii de service, turism se va regăsi dublată sau triplată în PNB şi acesta semnificativ sporit ?

Oricum, este clar pentru fiecare că pentru agricultură, servicii şi turism trebuie prevăzute fonduri în vederea dezvoltării şi aducerii acestora la nivel competitiv. Aducerea agriculturii şi turismului la nivel competitiv înseamnă

In this period, in the condition of the Romanian iron and steel industry, through the modernization of casting machines which will be achieved in collaboration with, specialized companies, the technological level of the existent facilities will be improved. From the energy conservation point of view through the quality improvement of the continuous cast semis it will be possible the generalization of the "warm charge route" technological alternative and, to a certain extent, of the "hot charge route" one.

Cost for the modernization of the iron and steel industry

4.1. Is it necessary to modernize this industry ? Is it not preferable to concentrate all efforts for agriculture, services and tourism ? Obviously, many arguments can be furnished.

As an attempt to systematize the ideas we must have answers to the following questions :

— Is it known any situation in which, having a metallurgical industry capable to turn to profit in a relatively short term, to neglect intervention to revitalize it ? We don't know such situations.

— Which are the total costs and the length of time in which the efficiency of the services and tourism activities will be found doubled or tripled in the GNP, this one also sensibly increased ? Anyway, it is evident for everyone, that for the agriculture, services and tourism, must be provided funds to develop and rise their competitiveness what imply new equipments, facilities, transports, buildings etc. in which steel, in one form or another, is a base material. So, from this point of view, we expect an increasing domestic steel consumption. We are in a poor position by comparison with the industrialized countries with respect to the number of tractors, cars, lorries, washing machines, refrigerators etc.

— Is it possible to ensure, on long term, the desired wellfare through the maximalization of the importance of only some economic segments ? Evidently, no.

Admitting as a goal the growth of the efficiency on the whole, in the conditions of a market economy, the data included in table 12 show the share of the steel consumption in some sectors and their participation to the building up of the GNP. In addition, we may say that in 1987, in Germany, the participation of the main steel consummers in GNP was of 46%, in France of 40%, in Italy of about 38% and in Portugal and Spain of about 35%.

Tabelul 11

Stadiul tehnologic al obținerii sleburilor „subțiri"]3], [7]

Table 11

The technological stage of thin slab manufacture

Firma	Grosimea slebului, mm	Uzina	Capacitatea, t/an
SMS-CONCAST	30—50	NUCOR	800 000 tablă 400 000 bandă laminată la rece
THYSSEN USINOR-SMS DEMAG- MANNESMANN	50 60 35		pilot 300 000 oțeluri carbon 200 000 oțeluri inoxidabile
		ARVEDI	
VOEST ALPINE	80		
DANIELLI	50—70	AVESTA	

dezvoltări în echipamente, mașini, instalații, transporturi, clădiri, în care oțelul reprezintă unul din materialele de bază. Deci, este de așteptat o creștere a consumului intern de oțel. Avem serioase rămîneri în urmă față de țările industrializate în ceea ce privește numărul de tractoare, de automobile, autocamioane și mașini de transport, mașini de spălat, frigidere și camere frigorifice etc.

— Se poate asigura în perspectivă bunăstarea dorită prin maximizarea importanței numai a anumitor segmente? Evident că nu!

Admițînd ca obiectiv creșterea de ansamblu a eficienței în condițiile unei economii deschise, libere și concurențiale, ni se par ilustrative datele din tabelul 12, care dau o imagine medie asupra consumului de oțel în unele sectoare și participarea acestora la formarea produsului național brut. La aceasta ar trebui să spunem că în 1987, în Germania, cota de participare în PNB a principalilor consumatori de oțel era de 46%, în Franța de cca 40%, în Italia de cca 38%, iar în Portugalia și Spania de cca 35%. De reținut este faptul că în Portugalia și Spania acest nivel a crescut cu cca 3% față de perioada anterioară, în timp ce în Franța și Germania, pe aceeași perioadă de 12 ani, am asistat la o diminuare cu cca 3%.

Cum orice economie este deschisă și integrată în circuitul mondial, considerăm că sînt utile și datele din tabelul 13.

În concluzie, pe baza datelor menționate, sîntem de părere că, în realizarea unei economii libere, profitabile, trebuie avute în vedere toate segmentele, trebuie intuite corect cerințele pieței și, deci, dezvoltate și modernizate acele segmente cerute de piață.

Care trebuie să fie nivelul producției de oțel care se va moderniza? Evident, răspunsul la această întrebare poate fi dat numai de cerințele pieței.

Tabelul 12

Consumul de oțel în unele sectoare și participarea la formarea PNB [6]

Table 12

Steel consumption in certain activities and its share in GNP

	Cota în consumul total de oțel, %	Cota din PNB, %
• TOTAL pe INDUSTRIE din care :	65—75	25—50
• CONSTRUCȚIA DE MAȘINI	50—70	20—40
• CONSTRUCȚII	15—20	5—11
TRANSPORTURI ȘI COMUNICAȚII	10—15	5—9

As each economy is open and integrated in the world market, we consider of use the data listed in table 13.

Tabelul 13

Ponderea exportului de echipamente pentru transport, instalații mașini în exportul total al unor țări

Table 13

The share of transport equipment, plants and machines in total export of certain countries

Țara	1975	1980	1985	1987
JAPONIA	49,2	54,9	61,6	65,3
S. U. A.	43,0	41,0	47,5	46,8
FRANȚA	36,6	33,7	33,6	35,9
GERMANIA	46,5	44,9	46,6	48,9
ITALIA	35,0	32,7	31,8	35,2
MAREA BRITANIE	41,7	34,7	32,4	36,8

In conclusion, based on the above mentioned items, we are of the opinion that for the achievement of a free and efficient Romanian economy, all segments must be taken into account. We have also to intuit the market requirements and, accordingly, to develop and modernize those segments which have profit.

4.2. Which must be the steel production level to be modernized? Evidently, the answer to this question can be given only by the market. Some attempts have been made to estimate the evolution of the steel output (PO) the apparent steel consumption (CAO) and the gross national income (VNB).

In this way, some well known specialists in metallurgy, as Astier, Roederer (France) have emphasized some years ago that the PO has

Au fost făcute unele încercări de a estima evoluţia producţiei de oţel (PO) şi consumul aparent de oţel (CAO), din evoluţia şi tendinţa pe care o au PNB şi VNB*. Astfel, într-o lucrare apreciată [5], renumiţi specialişti din siderurgie (ASTIER şi ROEDERER-Franţa) au absolutizat rolul acesteia în creşterea PNB-ului, prezentînd relaţii directe (fig. 3), mergînd chiar pînă la nivel de sortimente siderurgice (table, produse lungi etc.). Evoluţia ulterioară a economiei ţărilor puternic industrializate, îndeosebi după anul 1975, îi aduce pe economişti în situaţia de a introduce un nou indicator: „intensitatea consumului de oţel în PNB" kg/$ (ICO). Date despre nivelul acestui indicator în unele ţări şi evoluţia în timp a acestuia se regăsesc în tabelul 14. Pentru o interpretare cît mai corectă a acestui indicator este prezentată şi relaţia „analitică de definire":

the leading role in the GNP growth, proposing direct relations (fig. 3) even to the product assortment (plates, sections etc). The subsequent evolution of the economy of the high industrialized countries, especially after 1975, determined the adoption of a new indicator, "the steel consumption intensity" (ICO), kg/$. The level of this indicator and its evolution in time is listed in table 14. During this symposium were presented some papers about this indicator out of which we selected those of Mr. André Signora (USINOR-SACILOR) [4].

For a correct interpretation of this indicator its analitical relation is:

$$ICO = \frac{CO}{PNB} = \frac{PI}{PNB} \cdot \frac{COPI}{PI} \cdot \frac{CO}{COPI}$$

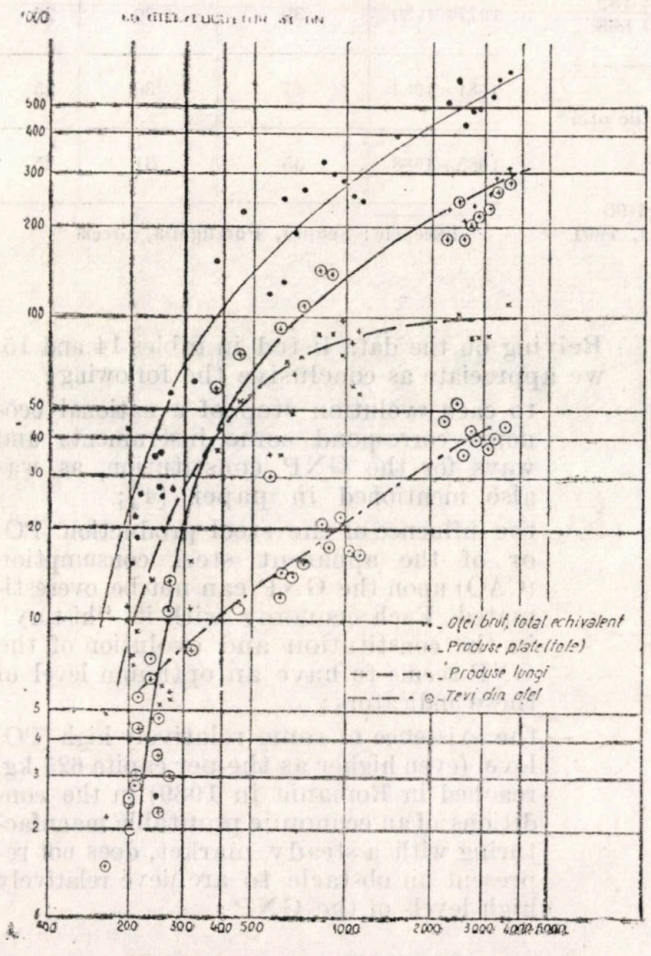
în care:

CO este consumul de oţel; PI — producţia industrială; COPI — producţia industriilor consumatoare de oţel; PNB — produsul naţional brut.

where:

CO = steel consumption;
PI = industrial production;
COPI = production of the steel consuming industries;
GNP = gross national product.

* VNB — venitul naţional brut.



← Fig. 3

Tabelul 14

Evoluţia intensităţii consumului de oţel în PNB [6] (cu preţurile anului 1980), kg/$

Table 14

Evolution of steel consumtion intensity in the GNP [6]

Ţara	1960	1970	1980	1987
JAPONIA	0,0781	0,1039	0,0668	0,0518
S. U. A.	0,0639	0,0620	0,0430	0,0351
FRANŢA	0,0490	0,0484	0,0302	0,0193
GERMANIA	0,0720	0,0452	0,0415	0,0309
ITALIA	0,0467	0,0630	0,0573	0,0432
MAREA BRITANIE	0,0617	0,0555	0,0257	0,0234
TURCIA	0,0303	0,0508	0,0579	0,0918
ROMÂNIA				0,120

We have considered useful to present other data, concerning the steel production, the apparent steel consumption, the per capita GNP level and steel consumption intensity (table 15).

Tabelul 15

Producţia de oţel, consumul aparent de oţel, produsul naţional brut, intensitatea consumului de oţel în 1988

Table 15

Steel production steel apparent comsumption, GNP, steel consumption intensity in 1988

Ţara	PO, kg/loc. 1*	CAO, kg/loc. 2*	PNB, $/loc. 3*	ICO, kh/$	Exp.– Imp., kg/loc. 4*
India	18	18,5	330	0,056	–
Portugalia	77	143	3937*	0,036	–114
Grecia	92	163	4790	0,034	–
Mexic	95	73	1046*	0,070	+
Argentina	113	74	2640	0,028	+
Danemarca	127	306	18470	0,0165	–175
Turcia	142	103	2019*	0,051	+30
Brazilia	174	76	2280	0,0333	+
Venezuela	189	141	2716*	0,052	+
Norvegia	198	273	20020	0,0136	–82
Spania	313	240	7740	0,031	+32
Marea Britanie	335	260	12800	0,020	+24
Franţa	342	273	16080	0,0169	+31
S.U.A.	369	371	19780	0,0187	–
Olanda	378	240	14530	0,0165	+96
Italia	412	406	13320	0,0305	–
Coreea de Sud	451	342	4157*	0,082	+61
Finlanda	536	362	18610	0,0194	+130
Suedia	569	365	19150	0,0190	+95
Canada	587	483	16760	0,0290	+54
Austria	600	299	15560	0,0192	+227
Germania	693	513	18530	0,0277	+91
Japonia	864	662	21040	0,0315	+133
Belgia	1132		14550		+868
Luxemburg	9889		19126		

PO – producţia de oţel; CAO – consumul aparent de oţel;
PNB – produsul naţional brut; ICO – intensitatea consumului de oţel
1* Calculat din date IISI
2* Calculat din date BIKI-Moscova, 1990, nr. 20
3* Anuar statistic, România, 1990
4* Calculat din ,,Le marché de l'acier en 1989'', ECE/Steel/90
* Calculat din ,,International Financial Statistics'', nr. 4, 1991

Tabelul 16

Consumul de oţel şi metale în economia ţărilor dezvoltate

Table 16

Steel and metal consumption in developing countries economy

DEZVOLTAREA ECONOMIEI NAŢIONALE	CEREREA DE OŢEL ŞI METALE ÎN ECONOMIE
1	–2 la –3
3–4	+1 la +2
5	+10

Tabelul 17

Costurile modernizării siderurgiei [8] în unele ţări, $/t

Table 17

The costs of steel industry revamping in certain countries

PERIOADA	JAPONIA	EUROPA DE VEST*	S.U.A.
1973–1976	70	60	25
1977–1980	39	30	26
1981–1984	47	30	25
1985–1988	35	31	25

* Excepţie: Spania, Portugalia, Grecia

S-a considerat util să se prezinte mai multe date privind producţia de oţel, consumul aparent de oţel şi nivelul PNB/loc. (tab. 15). Pe baza analizei datelor înscrise în tabelele 14 şi 15, se desprind următoarele concluzii:

– Fiecărei etape de dezvoltare a unei economii naţionale îi sînt caracteristice anumite mijloace şi căi de constituire a PNB-ului, lucru de altfel semnalat şi în lucrarea [4].

– Influenţa PO sau CAO asupra PNB nu poate fi supraevaluată. Fiecare economie, în funcţie de ,,istoria'' sa în constituirea şi evoluţia PNB, pare să aibă un nivel optim al acestor indicatori.

– Existenţa unor niveluri relativ ridicate ale PO (chiar mai ridicate decît cel de 623 kg/loc. realizat de România în 1989), în condiţiile unei fabricaţii economic rentabile cu piaţă asigurată, nu constituie un impediment în realizarea unor valori relativ ridicate ale PNB.

Relying on the data listed in tables 14 and 15, we appreciate as conclusive the following:

– to each evolution step of a national economy correspond some instruments and ways for the GNP constitution, as was also mentioned in paper [4];
– the influence of the steel production (PO) or of the apparent steel consumption (CAO) upon the GNP can not be overestimated. Each economy with its "history" in the constitution and evolution of the GNP seems to have an optimum level of these indicators;
– the existence of some relatively high (PO) level (even higher as the per capita 625 kg, reached in Romania in 1989) in the conditions of an economic profitable manufacturing with a steady market, does not represent an obstacle to archieve relatively high levels of the GNP;

— În cazul unor siderurgii modernizate, la producţii de oţel de 310 kg/loc., volumul de export minus import este pozitiv. Excepţie au făcut în 1988 S.U.A. şi Italia.
— Analiza unui segment cum este siderurgia nu se poate face fără cunoaşterea evoluţiei şi a altor sectoare care au un impact important atît asupra pieţei interne de oţel, cît şi asupra disponibilităţii siderurgice de participare pe piaţa mondială.
— Preluarea în condiţiile României a modelelor economice din ţările puternic industrializate cu economie de piaţă stabilizată şi relativ modernizată, atît în sectorul primar, cît şi în cel al prelucrării, este riscantă în etapa actuală.

În aceste condiţii, apreciem faptul că, în efortul de creştere a PNB în România, nu trebuie să se plece de la reducerea drastică a PO ci de la următoarele idei :
— stabilirea şi impulsionarea tuturor segmentelor care pot duce la creşterea PNB prin dezvoltarea şi modernizarea puternică a agriculturii, turismului, serviciilor ;
— restructurarea PO în funcţie de modul în care se reuşeşte echilibrarea etapă cu etapă a factorilor menţionaţi în figura 1 ;
— creşterea în timp a PNB, deci a numitorului din relaţia de definire a ICO, va duce în timp şi la apropierea ICO de nivelul întîlnit astăzi în ţări cu economie avansată ; PO în aceste condiţii trebuie să rezulte din piaţa oţelului şi din posibilitatea penetrării şi menţinerii în piaţă.

În încercarea de a răspunde cît trebuie să fie producţia de oţel putem demonstra faptul că, în cazul unei economii cu principalele sectoare constitutive existente în proporţii normale, corelaţia dintre dezvoltarea economiei naţionale şi cererea de oţel este reprezentată prin datele înscrise în tabelul 16. Particularizarea acestora în condiţiile noastre ridică întrebarea dacă, în condiţiile unei economii în perioada de tranziţie cu ponderea serviciilor şi a sectoarelor neconsumatoare de oţel în proces de dezvoltare şi modernizare, se poate asigura creşterea zero sau creşterea cu 1—1,5% a PNB? Noi considerăm că acest lucru nu este posibil. De aceea, o analiză de fond a economiştilor pe această problemă se impune.

Orientativ, nivelul costurilor pentru modernizarea industriei siderurgice s-a ridicat în unele ţări la nivelul datelor înscrise în tabelul 17. De regulă, chiar în ţări cu o economie de piaţă stabilizată (Franţa, Anglia, Italia etc.), asemenea mobilizări de capital s-au realizat cu participarea directă a guvernelor respective, a unor instituţii şi organisme internaţionale, interesate în păstrarea unui echilibru economic şi social. În etapa actuală, problema în ansamblul ei este mult mai complexă.

— in the case of modernized iron and steel industry, at a steel output less than 310 kg per capita, the volume of the exported minus the imported steel products is positive. Exceptions are only the USA and Italy ;
— the analysis of a segment, as the iron and steel industry, can not be done without knowing the evolution of other sectors which have an important impact upon the domestic steel market as on the availability of the steel industry to participate in the external market.
— the taking over in the actual conditions of Romania of the economic models from the highly industrialized countries, with a stabilized and modernized market economy, both in the primary sector and in the processing industry, is not recommended ;

In these conditions, we apperciate that to obtain a growth of the GNP in Romania, it is not adequate to start with a "drastic cut" of the steel production, but with :
— the stabilization and activation of all segments which can contribute to the GNP growth through the development and modernization of agriculture, services, tourism, but also through the modernization of those segments created in the last decades, out of which the iron and steel inindustry is one of ;
— the restructuring and adaptation of the steel production level, in accordance with the possibility to succeed in the attempt to equilibrate, step by step, the factors mentioned in fig. 1 ;
— the growth of the GNP, i. e. the denominator of the relation (4) for the estimation of the "steel consumption intensity" (ICO) will allow, after a time, to bring this ICO nearer to the today level of this indicator in the countries with advanced economy. In these conditions the steel production (PO) is established by the steel market (fig. 1).

In the attempt to answer the question about the steel production volume, we can specify that in case of an economy with the existent main constituent sectors in a normal proportion, the correlation between the development of the national economy and the demand for steel is represented in table 16. The particularization of these elements in our conditions puts the question wheather in the conditions of an economy in transition, with services and economic sectors non-consuming steel in a developing and modernizing process, is it possible to ensure a "zero growth" or an increase with 1—1.5% of the GNP on behalf only of those sectors non-consuming of steel?

Rezolvarea modernizării industriilor siderurgice rămase în urmă din acest punct de vedere înseamnă corelarea şi cu condiţiile actuale ale pieţei oţelului, ale gradului de utilizare a unor capacităţi de producţie, a dorinţei unora dintre producători de a penetra sau de a-şi mări volumul de export pe unele pieţe. În aceste condiţii nu trebuie subestimat efortul care trebuie realizat la nivelul producătorilor de oţel din România, care trebuie să găsească soluţiile de modernizare a propriilor întreprinderi. Din acest punct de vedere, fără a diminua importanţa capitalului privat român în preluarea unor „active" din actuala structură a uzinelor siderurgice, apreciem faptul că, în procesul de restructurare şi modernizare urmărit, eficienţa acestuia va fi relativ redusă. Va trebui acţionat la nivelul marilor combinate, cu sprijinul direct al unor instituţii bancare interne şi internaţionale pentru găsirea sau garantarea acelor soluţii care să ducă la mobilizările de capital necesare în vederea creşterii eficienţei de ansamblu a siderurgiei. În acest proces guvernul trebuie să fie prezent.

În acest scop, apreciem faptul că este important să definim corect problemele de piaţă, precum şi direcţiile în care va trebui să acţionăm, studii pentru care avem sprijinul direct al E.C.E. şi al Băncii Mondiale. În acest fel, vor apărea şi soluţiile de finanţare, chiar dacă deocamdată nu le stăpînim în totalitate.

În majoritatea ţărilor care au intrat mai de mult în procesul restructurării şi modernizării, menţinerea în piaţă s-a făcut şi cu importante restructurări organizatorice. Din acest punct de vedere apreciem utile datele din tabelul 18 privind siderurgia din Suedia.

We consider that such an hypothesis is not possible. Therefore we are of the opinion that an analysis of substance of this problem made by economists is essential.

4.3. Informatively, the cost levels for the modernization of the iron and steel industry are shown in table 17. As a rule, even in countries with stabilized market economy (France, U. K. Italy etc) such a capital mobilization has been achieved with the direct participation of the respective governments and of some international institutions and organizations, interested in keeping an economic and social equilibrum.

In the present stage, the problem, on the whole, is more complex. The modernization of the Romanian iron and steel industry, may take into consideration the world steel market, the actual utilization factor of the production capacities and the wish of some of the producers to increase or to penetrate their export volumes on different markets including the East European market. In this conditions, it must not be underestimated the effort to be made by the Romanian steel producers, who must find themselves the convenient solutions for the modernization of their plants.

Now, it is of importance to correctly define the market aspects, as well as the directions in which we must act, studies for which we have the direct support of the EC and of the World Bank.

We also, know that in most of the countries which are confronted with the same problems of restructuring and modernization of the iron and steel industry, the maintaining on the market was obtained with important organizational restructurings. From this point of view we consider of importance the data listed in table 18, concerning the Swedish iron and steel industry.

Reorganizarea siderurgiei în Suedia [6] *Tabelul 18*
Reorganisation of steel industry in Sweden *Table 18*

A. ORGANIZARE „ORIZONTALĂ"

Tipuri de produse, oţeluri	Număr de uzine	
	1965	1985
1	2	3
OŢELURI DE MASĂ:		
Table groase	4	1
Table subţiri	2	1
Sîrmă	8	2
Profile	7	2
Oţel beton	11	3
OŢELURI SPECIALE:		
Tablă inoxidabilă	3	1
Bandă inoxidabilă	4	1
Bare din oţel inoxidabil	7	1
Sîrmă din oţel inoxidabil	5	1
Ţevi sudate din oţel inoxidabil	5	1
Oţeluri de scule	7	1
Oţeluri rapide	3	1
Oţeluri pentru rulmenţi	1	1
Oţeluri pentru construcţii mecanice	5	2

B. ORGANIZARE „VERTICALĂ"

1965			1985		
A	B	C	A	B	C
3	3	3	1	1	1
—	2	2	—	1	1
—	1	2	—	1	1
—	5	4	—	2	—

Notă: A — Combinate integrate cu sector de furnale
B — Combinate cu oţelării şi laminoare
C — Uzine numai cu sector de prelucrări metalurgice.

Concluzii

Siderurgia în ansamblul ei constituie o activitate a cărei eficienţă poate creşte prin măsuri adecvate. După condiţiile de criză din anii 1970—1973, toate ţările industrializate care au avut o bază de producţie siderurgică au trecut la modernizarea acesteia, necunoscîndu-se cazuri în care siderurgia să fie părăsită.

Restructurarea şi modernizarea industriei siderurgice româneşti se pot face cu participarea directă a unor firme, organizaţii internaţionale şi cu sprijinul organismelor bancare şi guvernamentale din ţară, care să dea garanţia realizării scenariului optim al economiei româneşti, în perioada următorilor ani.

Întîrzierea manifestată în procesul modernizării acestei industrii în România, în situaţia alegerii corecte a colaboratorilor, se poate transforma într-un avantaj.

Conclusions

— The iron and steel industry is an activity with possible increasing efficiency through adequate measures. After the 1970—1975 period of crisis, all industrialized countries with an iron and steel production base, passed to its modernization, no one abandoned it.
— The restructuring and modernization of the Romanian iron and steel industry can be achieved with the direct participation of some companies and international organizations and with the aid of banking and governamental organizations which can guarantee the acomplishment of the optimal scenario for the Romanian economy in the period ahead.
— The delay manifested in the modernization process of this industry in Romania, due to a correct option concerning the collaborators, can turn into advantage.

BIBLIOGRAFIE

[1] Oschi, S. Steel Inst. of Japan Intern. nr. 4, 1991, p. 315.
[2] Carr, R. A., Hewitt, Ec., Watters, JH. Ironmaking and Steel Making, 1990, vol. 17, nr. 1, p. 53.
[3] Date de la Davy Distington, ian. 1992, Anglia.
[3] André, Signora: *Steel Economics: Understanding Steel Demand*, Simpozion Tîrgovişte, 16—20 febr., 1992.
[5] Roederer, Ch. Astier, J. *Siderurgia mondială între anii 1970 şi 2000*. Paris, 1971.
[7] Williams T. Hogan: In: Steel technology intern. 1990/1991, p. 195.
[6] * * * *The importance of the iron and steel industry for the economic activity of ECE member countries*, ECE *steel series*, 1989.
[8] Aylen, Jonathen: Steel technology intern, 1989, p. 17.
[9] Rolz Stefzen: Steel research, 3+4/1989 p. 96.
[10] Rizescu, C.: In: Metalurgia, România, 43, 1991, nr. 4, p. 9.

La revistă au mai colaborat:

Dipl. univ. DIANA BOGDAN; Ing. S. FLOREA; IOANA KUGLAY; RODICA ROŞU

Constantin Simion; Alexandru Niţu; Vasile Drăgan; Lucian Marinescu; Iulian Pop

Machetare reclame: Traian Bădican

HIDRODINAMICA BĂILOR DE OȚEL ÎN CAZUL INJECTĂRII GAZELOR INERTE

Ing. V. GEANTĂ,
Ing. N. CONSTANTIN,
Ing. E. BERCEANU,
Ing. D. BUNEA
Dr. ing. R. ȘABAN,
Institutul Politehnic București

CZ :669.184 :66.096.1

Procesele metalurgice de la elaborarea oțelului, atît prin procedeele clasice cît și prin cele neconvenționale, au la bază interacțiuni fizico-chimice între topiturile metalice și bulele gazoase. Prezența bulelor în topiturile metalice se datorează fie formării lor spontane, fie insuflării de gaze, avînd drept scop tehnologic accelerarea vitezelor de desfășurare a unor anumite procese fizico-chimice.

Prin injectarea gazelor (în special cele inerte: argonul sau cele cu solubilitate limitată-azotul) în oțelul lichid se obțin importante efecte metalurgice privind : omogenizarea compoziției chimice și a temperaturii ; accelerarea reacțiilor de desulfurare, dezoxidare, degazare ; îndepărtarea incluziunilor nemetalice ca urmare a intensificării fenomenelor de transfer de masă și de energie.

Realizarea acestor efecte este dependentă de modul în care se efectuează practic injectarea și mai ales de felul în care se corelează factorii procesului (debit, durată, presiune) cu principalul scop urmărit.

Procesul de barbotare a oțelului lichid în oala de turnare se realizează în două variante tehnologice :

— *Insuflarea gazului inert cu ajutorul unei lănci introduse în oțelul lichid pînă în apropierea fundului oalei.* Lancea este alcătuită dintr-o țeavă metalică, prin care se suflă gazul, protejată la exterior cu tuburi refractare și prevăzută la extremitatea inferioară cu o piesă refractară de porozitate convenabilă care permite ieșirea gazului, în baia metalică, sub formă de bule mici.

— *Insuflarea gazului în oțelul lichid pe la fundul oalei de turnare* prin intermediul unui sistem alcătuit dintr-o cărămidă poroasă (dop), montată într-o casetă din tablă de oțel și care permite ieșirea gazului numai prin secțiunea suprafeței de lucru înspre baia metalică.

Trăsătura esențială privind procesele hidrodinamice de la injectarea gazelor inerte în oțelul lichid este aceea că baia metalică se află în mișcare turbulentă de recirculare.

Cercetarea acestor procese s-a efectuat prin îmbinarea unor studii pe modele fizice cu rezultalele obținute din descrierea matematică generală a curgerii recirculatorii în diverse variante tehnologice :

— injectarea centrică sau excentrică a gazului printr-o lance introdusă în baia metalică pe la partea superioară a oalei de turnare ;

— injectarea centrică sau excentrică prin dop poros sau ajutaje pe la partea inferioară a oalei ;

— injectarea combinată, centrică și excentrică, pe la partea inferioară a oalei de turnare.

În toate cazurile se observă crearea unei zone pană, de formare, de coalescență și de dispersie a bulelor, în care viteza de recirculare a fluidului este ridicată. De asemenea, lîngă peretele oalei, în regiunea de întoarcere a curenților de convecție, viteza acestora prezintă valori mari. Există însă și anumite zone, plasate deasupra și dedesubtul zonei de întoarcere a curenților de convecție, în care vitezele determinate au valori mai scăzute, mai ales în cazul unor debite mici de gaz insuflat, ceea ce înseamnă că, în astfel de cazuri, condițiile de amestecare sînt insuficiente.

Comparînd diferitele variante de injectare a gazelor, se pot trage următoarele concluzii :

— Injectarea pe la partea inferioară a oalei de turnare este mai eficientă decît cea pe la partea superioară, întrucît energia introdusă în baie este mai mare, rezultînd viteze de recirculare superioare.

— Distribuția vitezelor în fluid este omogenă, în sensul : injectare centrică — injectare excentrică — injectare combinată centrică și excentrică.

În cazul injectării unui gaz într-o baie metalică, în varianta tehnologică a insuflării centrale pe la fundul oalei de turnare — cea mai utilizată — prin secțiunea suprafeței de lucru înspre baia metalică, se creează o coloană de bule care, în mișcarea lor ascendentă, vor determina o mișcare pe verticală a oțelului lichid, mișcare care se accelerează în zona centrală a oalei. Ca urmare a barbotării cu gaze inerte, în oțelul lichid din oala de turnare se formează următoarele zone :

— zona pană gaz-lichid (plume-zone) de formare, dezintegrare și coalescență a bulelor de gaz (I);
— zona jetului de suprafață (surface-jet) (II);
— zona de întoarcere a curenților de convecție (backflow) (III).

Reprezentarea schematică a zonelor specifice din oțelul lichid la injectarea unui gaz-argon, cu nivelurile de turbulență u'/u și coeficienții de difuzie D, este redată în figura 1.

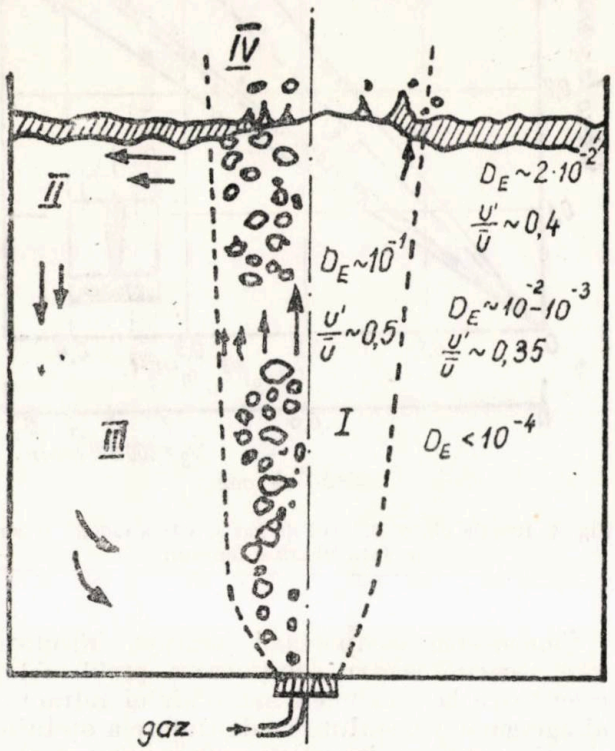


Fig. 1. Zonele specifice în oțelul lichid la injectarea unui gaz inert (argon), cu nivelurile de turbulență u/u și coeficienții de difuzie D: I — zona pană gaz-lichid; II — zona jetului de suprafață; III — zona de întoarcere a curenților de convecție; IV — atmosferă

În zona pană gaz-lichid, deplasarea oțelului lichid este accelerată de coloana de bule în mișcare ascendentă. Fluidul astfel accelerat va părăsi zona I ca un jet, răspîndindu-se în restul sistemului pe o direcție determinată de forțele care activează în această regiune. Dacă jetul lovește un perete sau o suprafață liberă, atunci el va deflecta și va lua direcția peretului sau a suprafeței. Astfel, în momentul impactului cu suprafața liberă, jetul se va răspîndi radial către pereții oalei, va pierde continuu din viteză datorită împrăștierii, apoi va deflecta din nou la contactul cu pereții oalei, imprimîndu-i-se o mișcare descendentă; aceasta constituie zona jetului de suprafață II. Pentru a accelera fluidul în zona pană gaz-lichid, acesta trebuie atras în ea și, pentru un sistem închis, fluidul trebuie să sosească din zona jetului de suprafață, creîndu-se astfel zona de întoarcere a curenților de convecție III.

Descrierea fenomenelor de curgere în oalele de turnare a oțelului lichid supuse agitării prin injectare cu gaz are caracter calitativ, deoarece frontierele zonelor fluidului recirculat turbulent sînt greu de definit pentru aceste sisteme.

Pentru determinarea vitezelor de curgere a fluidelor în topiturile agitate cu gaz s-au utilizat diverse metode, ca: dispersia indicatorului radioactiv, măsurători de transfer de masă, fotografiere rapidă, sonde dinamice etc., atît pe modele fizice utilizînd fluide diferite și pe modele matematice, cît și prin încercări la scara industrială. S-a constatat faptul că distribuția de viteze în zona pană gaz-lichid este de tip gaussian, viteza ascendentă variind cu viteza debitului de gaz și fiind independentă de înălțimea coloanei, cu excepția regiunii inițiale, care reprezintă aproximativ 1/10 din înălțimea totală a băii (fig. 2).

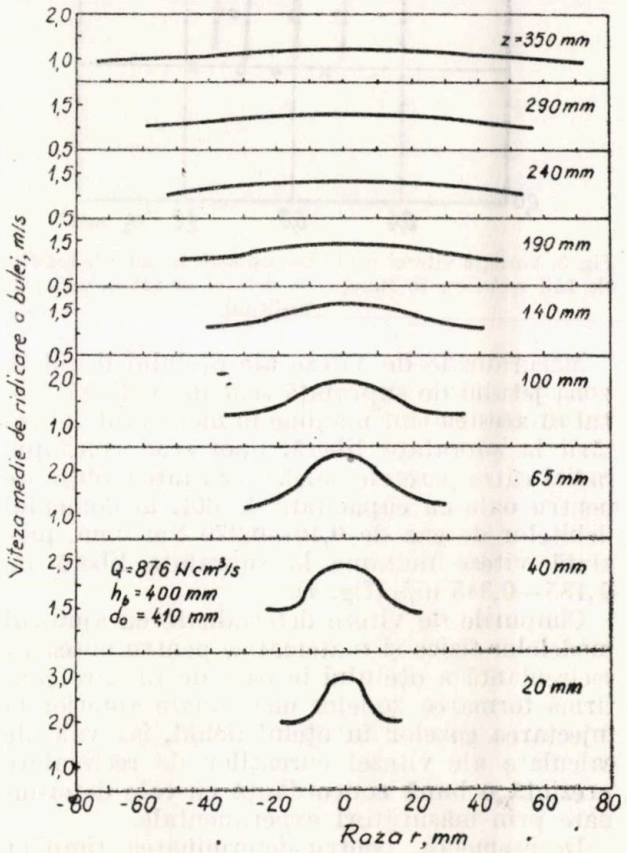


Fig. 2. Viteza radială de ridicare a bulelor, în funcție de distanța de la orificiul de injectare

În condiții industriale, măsurătorile efectuate pentru debite de gaze variind între 0,05 și 0,200 N m³/min și viteza medie în zona pană gaz-lichid în oale de 60t capacitate pot fi redate de relația empirică:

$$u_z = 0,97 \times V_g^{0,239}, \text{ m/s} \qquad (1)$$

în care: u_z este viteza medie ascensională în zona pană, iar V_g este debitul de gaz insuflat,

Nm^3/min. Variaţia vitezei medii ascensionale la diferite înălţimi ale coloanei de oţel lichid, în funcţie de debitul de gaz insuflat, este redată în figura 3.

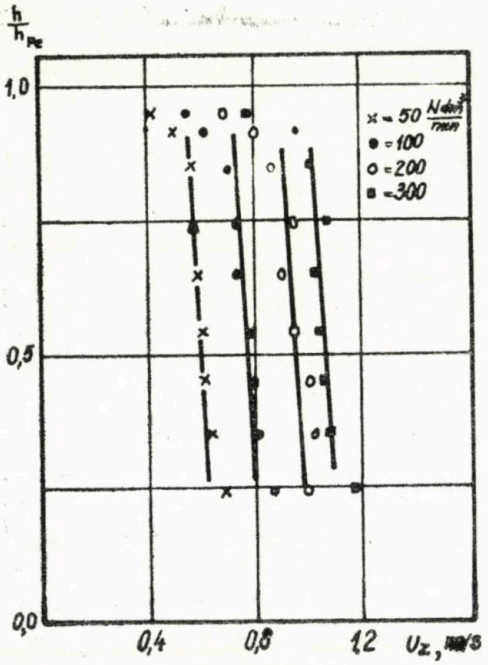


Fig. 3. Variaţia vitezei medii ascensionale la diferite înălţimi ale băii metalice, în funcţie de debitul de gaz în zona pană gaz-lichid

Măsurătorile de viteze ale oţelului lichid în zona jetului de suprafaţă scot în evidenţă faptul că acestea sînt maxime în momentul deflectării la suprafaţa liberă, apoi scad continuu, radial către peretele oalei. Rezultatele obţinute pentru oale cu capacitate de 60t, în domeniul debitelor de gaz de 0,40—0,270 Nm^3/min, prezintă viteze maxime la suprafaţa liberă de 0,185—0,343 m/s (fig. 4).

Cîmpurile de viteze determinate cu ajutorul modelelor fizice şi matematice pentru mişcarea recirculantă a oţelului în oala de turnare confirmă formarea zonelor menţionate anterior la injectarea gazelor în oţelul lichid, iar valorile calculate ale vitezei curenţilor de recirculare prezintă o bună concordanţă cu cele determinate prin măsurători experimentale.

De asemenea, pentru determinarea timpilor de stabilizare a băii metalice după insuflarea gazului inert, măsurătorile efectuate asupra vitezei de deplasare a lichidului în zona jetului de suprafaţă au arătat că suprafaţa băii metalice se stabilizează după 40—45 s pentru debite de gaz injectate anterior de 0,200 Nm^3/min şi scade o dată cu micşorarea debitului de gaz.

Injectarea gazelor inerte în topiturile metalice reprezintă o modalitate curentă de acţionare eficientă în procesele de rafinare a oţelului, prin mărirea suprafeţei de contact gaz-lichid şi amestecarea rapidă a băii metalice.

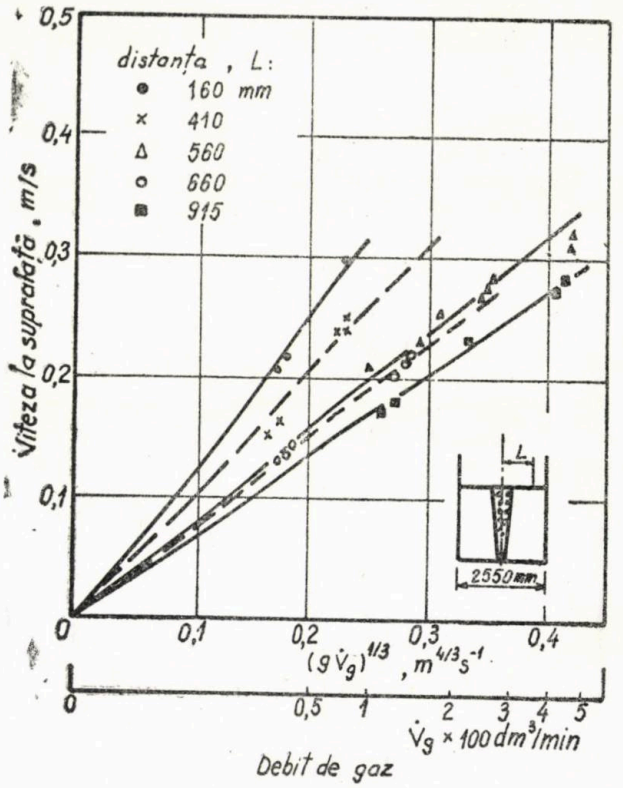


Fig. 4. Relaţia dintre debitul de gaz şi viteza radială la suprafaţa liberă a topiturii

Cunoaşterea comportării jeturilor injectate este necesară pentru soluţionarea problemelor referitoare la eroziunea materialului refractar al agregatelor metalurgice de tratare a oţelului şi a sistemului de insuflare pentru evitarea blocării orificiilor (duze, ajutaje) cu metalul solidificat şi pentru aspectul hidrodinamic care determină circulaţia oţelului lichid, cu implicaţii bine cunoscute din punct de vedere metalurgic.

BIBLIOGRAFIE

[1] Tripşa, I., Pumnea, C. *Retopirea şi rafinarea oţelurilor*, Bucureşti, Editura Tehnică, 1984.

[2] Oeters, F., Dromer, M. C., Kepura, J. *Model studies on fluid flow and particle behaviour during injection process.* Institut für Metallurgie, Berlin, R.D.G. 3rd International Conference on Injection Metallurgy, Luleå MEFOS, Jernkontoret, 1983.

[3] Lindey, S. *Deoxiding velocities in stirred gas systems.* 1st International Conference in Injection Metallurgy, Lulea MEFOS, Jernkontoret, 1977.

[4] Lehner, T., Carlson, G. ş. a. *On fluid flow and metallurgical reactions in gas stirred melts.* Metallurgical Research Plant. 2rd International Conference on Injection Metallurgy, Luleå, MEFOS, Jernkontoret, 1980.

[5] Sano, M., Makino, H. ş. a. *Behaviour of gas jet and plume in liquid metal.* In : Transactions, I.S.I.J., Japonia, vol. 26, nr. 4, 1986.

[6] Szekely, J., Asai, S. *Practical applications of the matematical representation for turbulent recirculatory flows.* In : Transactions, I.S.I.J., Japonia, vol. 15, nr. 5, 1975.

CARACTERISTICILE FONTELOR DE AFINARE CU TITAN

Dr. ing. I. ȘOIT-VIZANTE
Ing. N. CONSTANTIN
Prof. ing. D. DOBROVICI
Institutul Politehnic București
Ing. MARIANA HRIȚAC ICEM—S.A.

CZ: 669.162.275. 124.5

In aprecierea influenței titanului asupra proprietăților fontei, în lipsa unor determinări directe, trebuie să se pornească de la comportarea acestuia față de elementele însoțitoare în prezența fierului (tab. 1).

Tabelul 1

Caracteristicile fizice ale titanului

Table 1

Ti physical properties

Elementul	Densitatea, kg/m³ ·10⁸	Temperatura de topire, °C	Temperatura de fierbere, °C	Entropia, 4,186 ·J/mol ·gr
Ti	4,45	1667	3285	7,3

Se remarcă densitatea relativ mică (4,45) și temperatura de topire (1667°C) mai mare decît cea a fierului.

Solubilitatea titanului în fier este relativ mică (fig. 1), îngustind foarte mult atît domeniul α cît și domeniul γ.

Titanul formează cu fierul doi compuși definiți: Fe_2Ti (cu 30% Ti) care se topește la 1340°C și FeTi (cu 46% Ti) care se descompune înainte de topire. Diagrama de echilibru a sistemului Ti—C este prezentată în figura 2.

Carbura de titan TiC (cu 20% C) are densitatea 4,25 kg/dm³, deci apropiată de cea a

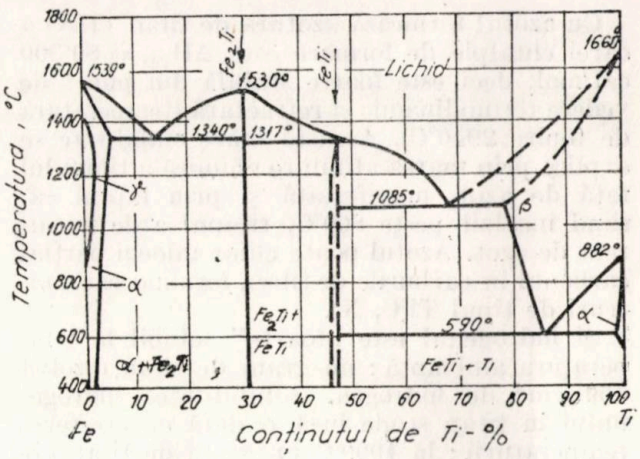


Fig. 1. Diagrama sistemului Ti—Fe

Fig. 1. Ti—Fe system diagram

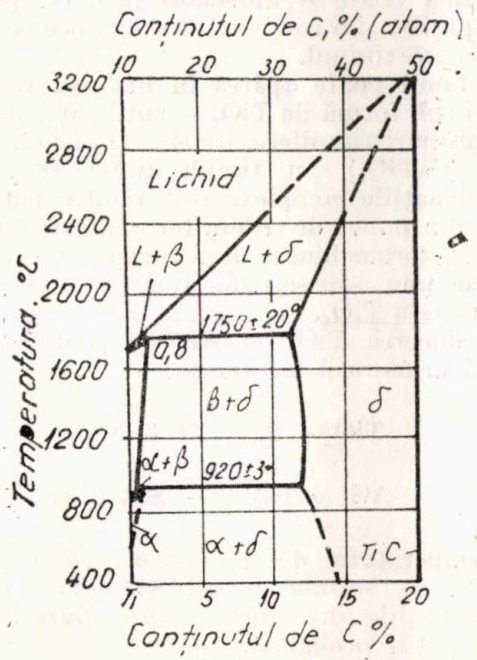


Fig. 2. Diagrama sistemului Ti—C

Fig. 2. Ti—C system diagram

titanului, temperatura de topire de 3100°C și entalpia de formare (ΔH_{298}); $\Delta H_{298} = -57.000$ cal/mol; deci este foarte stabilă.

Titanul dizolvă în stare solidă pînă la 3% siliciu și formează cu acesta compușii definiți Ti_5Si_3, TiSi și $TiSi_2$.

De asemenea, formează compuși definiți cu sulful (TiS_3 și TiS_2). Sulfurile au compoziție variabilă. TiS_3 se descompune ușor la temperaturi pînă la 500°C după reacția:

$$TiS_3 = TiS_2 + S;$$

$$\Delta H_{298} = 4000 \text{ cal/mol}$$

Cu azotul formează azotura de titan (TiN) a cărei entalpie de formare este $\Delta H_{298} = 80\,300$ cal/mol, deci este foarte stabilă din punct de vedere termodinamic și refractară (temperatura de topire 2940°C). Această mare stabilitate se explică prin marea afinitate chimică a titanului față de azot, manifestată și prin faptul că, fiind încălzit peste 800°C, titanul arde în curent de azot. Azotul poate chiar înlocui parțial carbonul în carburile de titan, formînd carbonitruri de tipul Ti(C, N).

Și hidrogenul este „foarte" solubil la temperatura ambiantă : un gram de titan dizolvă 400 cm^3 de hidrogen. Solubilitatea hidrogenului în titan scade însă o dată cu creșterea temperaturii : la 1000°C un gram de titan absoarbe numai 60 cm^3 de hidrogen.

Influența prezenței titanului în încărcătura furnalului asupra indicatorilor de funcționare a acestuia poate fi apreciată prin comportarea compușilor și a combinațiilor chimice pe care le formează titanul.

Titanul poate apărea în încărcătura furnalului sub formă de TiO_2 — rutil sau sub formă de nisipuri titanifere, ilmenit ($FeTiO_3$), perowskit ($CaTiO_3$) sau titanit ($CaO \cdot SiO_2 \cdot TiO_2$). Combinațiile complexe sînt relativ puțin stabile din punct de vedere termodinamic în condițiile termochimice din furnal, așa încît se descompun sau se reduc o dată cu punerea în libertate a TiO_2.

Reducerea TiO_2 cu carbon poate avea loc după următorul mecanism :

$$TiO_2 + 2C = Ti + 2CO;$$

$$\Delta G^\circ = 163140 - 83{,}2T, \text{ cal}$$

Temperatura de echilibru pentru această reacție se stabilește la 1688°C. Prin urmare, în condițiile din furnal desfășurarea reacției este puțin probabilă.

În schimb, pentru reacția :

$$TiO_2 + 3C = TiC + 2CO;$$

$$\Delta G^\circ = 106140 - 80{,}45\,T, \text{ cal} \qquad (1)$$

temperatura echilibrului termodinamic este de numai 1046°C. Prin urmare, în condițiile din furnal, reducerea titanului este însoțită de carburarea produsului reacției.

Reducerea cu siliciu s-ar putea efectua după reacția :

$$TiO_2 + Si = Ti + SiO_2;$$

$$\Delta G^\circ = 1070 + 6{,}43\,T, \text{ cal} \qquad (2)$$

Datele termodinamice arată că variația entalpiei libere este pozitivă pentru orice temperatură. Prezența fierului în concentrație mare modifică radical procesul reducerii și, în consecință, titanul, prezent în încărcătura furnalului, poate fi redus. După datele din literatura de specialitate [3] rezultă că proporția de Ti în fontă depinde de regimul termochimic de funcționare a furnalului și de cantitatea de TiO_2 în încărcătură. Prezența titanului în încărcătură influențează regimul de funcționare a furnalului.

Diferiți autori [3] au semnalat apariția mersului greu al furnalului atunci cînd conținutul de titan în fontă depășește 0,4—0,5%. Aceste dificultăți sînt provocate de precipitarea din fontă, de carburi și carbonituri de titan, care se depun în partea inferioară a furnalului, fie pe părțile răcite prin elemenți de răcire, fie pe pereții creuzetului. Aceasta este confirmată prin cercetări de laborator prin care s-a demonstrat faptul că, într-o baie de Fe saturată în C la 1600°C, carburile de titan precipită începînd de la un conținut de 0,3% titan în fontă, iar în prezența azotului limita de solubilitate a titanului este și mai mică (aproximativ 0,2%).

Comparînd datele de exploatare publicate, rezultă păreri destul de diferite cu privire la reducerea oxidului de titan.

Cercetări de laborator [3]

Prin cercetări de laborator s-a urmărit influența diferiților factori asupra reducerii titanului.

Influența conținutului de siliciu din fontă

Conținutul de Ti din fontă crește o dată cu creșterea conținutului de Si. Aceasta se explică astfel :

$$(TiO_2) + [Si] = (SiO_2) + [Ti]$$

Constanta de echilibru a reacției este :

$$K_{Ti,Si} = \frac{[Ti] \cdot (SiO_2)}{[Si) \cdot (TiO_2)} \qquad (3)$$

fiind în funcție de bazicitatea zgurii și de temperatură.

După expresia constantei, pentru o compoziție dată a zgurii, raportul $[Ti]/(TiO_2)$ este proporțional cu conținutul de siliciu din fontă (fig. 3, *a*). Aceeași dependență a fost observată și în lucrările lui H. Wentrup și colaboratorii săi dar cu valori (pentru raportul $[TiO]/(TiO_2)$ de aproximativ zece ori mai mici (fig. 3, *b*).

Influența bazicității zgurii

Wentrup și Maetz au efectuat cercetări de laborator cu zguri de diferite compoziții.

Ei au constatat că, în comparaţie cu reducerea Si, reducerea TiO_2 este favorizată de creşterea bazicităţii zgurii (fig. 4).

Valorile găsite de Delve şi Weyer se regăsesc pe figură în partea superioară a domeniului de dispersie.

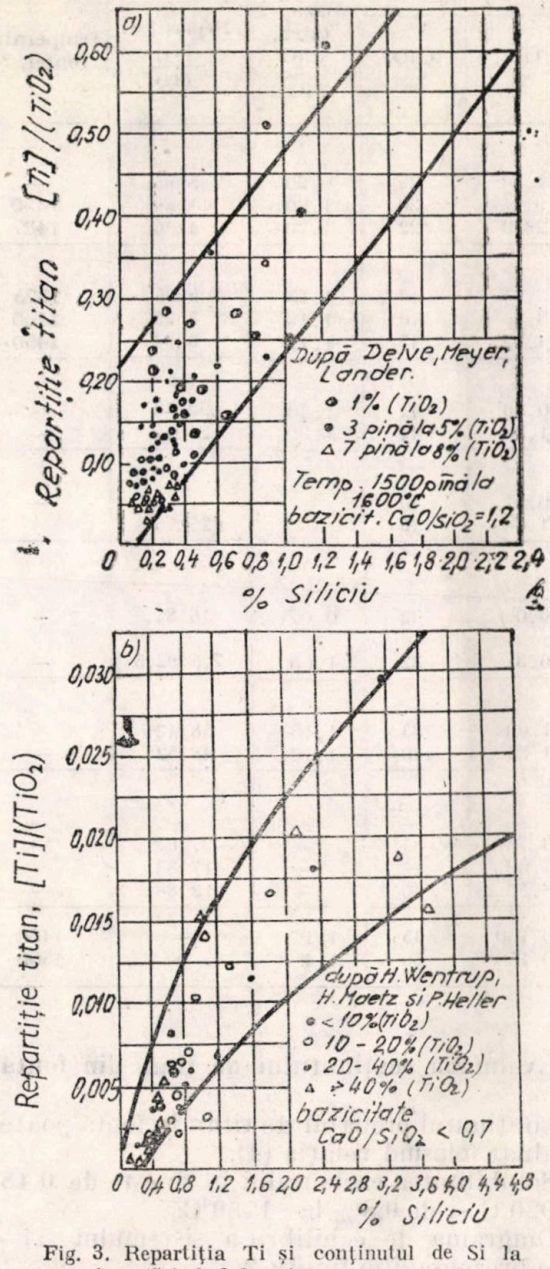


Fig. 3. Repartiţia Ti şi conţinutul de Si la experimentări de laborator

Fig. 3. Ti distribution and Si content in case of lab experiments

Influenţa temperaturii

Influenţa temperaturii asupra reducerii oxidului de titan reiese din figura 4. Astfel, dacă la 1400°C, chiar cu o bazicitate ridicată, reducerea oxidului de titan este mică, între 1500 şi 1550°C conţinutul de titan din fontă creşte brusc.

Cercetările experimentale au mai arătat şi influenţa favorabilă a conţinutului de carbon şi azot din fontă asupra conţinutului de Ti, precum şi influenţa mică (nesemnificativă) a conţinutului de oxid de titan în zgură [3].

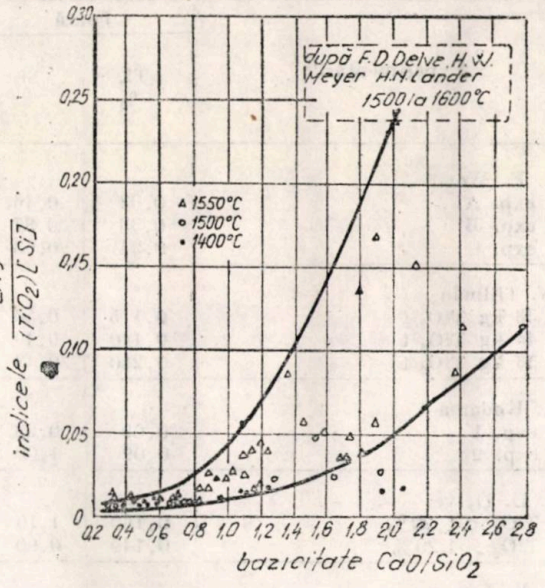


Fig. 4. Repartiţia titanului şi bazicitatea zgurii

Fig. 4. Ti distribution and slag basicity

Conţinutul de titan din fontă

Valabilitatea rezultatelor teoretice ale reducerii sînt verificate în literatura de specialitate [3] cu datele de exploatare corespunzătoare furnalelor experimentale sau industriale. Aceste date sînt prezentate în tabelul 2.

Dependenţa raportului de repartiţie [Ti]/(TiO_2) de conţinutul de siliciu din fontă este reprezentată în figura 5.

Se constată o relaţie între raportul de repartiţie a titanului şi conţinutul de Si din fontă.

Dispersia se explică prin diversitatea condiţiilor de exploatare. Dacă comparăm poziţia diverselor puncte rezultate în această bandă de dispersie cu condiţiile de exploatare aflate în tabelul 2, constatăm că rezultatele se găsesc în zona inferioară a benzii atunci cînd :

— temperatura fontei e joasă (fontă Thomas, fontă de afinare cu un grad de saturaţie în carbon S_c inferior unităţii) ;

— conţinutul de TiO_2 în zgură este ridicat (viteză de reducere foarte mică) ;

— temperatura de topire a zgurii (care într-o primă aproximare depinde de conţinutul de CaO) este ridicată.

Reducerea titanului la elaborarea fontei hematitice a fost studiată la uzina Schalker Verein — Rheinstahl pentru un conţinut de siliciu ridicat.

Tabelul 2

Condițiile de reducere a încărcăturilor cu titan în furnale experimentale sau industriale [7]

Table 2

Conditions of titanium charges reduction in experimental or industrial blast furnaces [7[

Experimentările	Fontă		Zgură, kg/tf	Zgură		Bazicitatea, $\frac{CaO}{SiO_2}$	Repartiție: $\frac{[Ti]}{(Ti)}$	Temperatura fontei, °C
	Ti, %	Si, %		TiO_2, %	CaO, %			
C. E. Wood								
exp. A	0,03	0,46	562	1,7	25	0,90	5 :95	—
exp. B	0,33	0,87	447	9,4	30	1,30	11 :89	1450
exp. C	0,34	0,63	599	24,0	22	1,30	4 :96	1487
W. Tillman								
38 kg TiO_2/t	0,115	0,56	1080	3,15	40	1,15	5 :95	1375
44 kg TiO_2/t	0,140	0,49	1188	3,85	10	1,13	5 :95	1400
56 kg TiO_2/t	0,210	0,43	1346	4,12	47	1,12	6 :94	1450
K. Kodama								
exp. 1	0,09	0,98	625	0,86	44	1,40	22 :78	—
exp. 2	0,09	1,00	473	1,33	44	1,30	21 :79	—
F. D. Delve								
$TiO_2 < 1,20\%$	0,160	1,10	—	0,91	40	—	—	—
$TiO_2 > 1,20\%$	0,140	0,90	700	1,48	45	—	25 :75	—
S. V. Savrin								
Aer: 766°C								
H_2O (aer) 17,2g/m³	0,440	0,57	826	6,0	32	0,97	16 :84	—
Aer: 755°C								
H_2O (aer) 20,2g/m³	0,250	0,40	816	6,3	32	1,05	7,5 :92,5	—
A. Thyssen Hütte								
$TiO_2 < 1,20\%$	0,27	1,12	310	1,05	35	1,15	58 :42	—
$TiO_2 > 1,20\%$	0,225	0,98	310	1,31	40	1,13	48 :52	—
H. A. Brassert								
0,75% TiO_2 în încărcătură	0,434	2,04	—	—	—	—	—	—
1,50% TiO_2 —"—	0,528	2,22	~400	3,75	35	—	37 :67	—
3,00% TiO_2 —"—	0,470	0,90	~570	7,00	—	—	17 :83	—
3,75% TiO_2 —"—	0,400	1,25	~610	8,50	40	—	12 :88	—
Rheinsthal	0,04	1,5	325	0,100	45	1,1	—	1430
	0,100	3,8	—	0,150	50	1,4	—	1500

Pentru a favoriza desulfurarea, acest tip de fontă se elaborează cu o zgură cu bazicitate ridicată; rezultatele se găsesc în zonele medie și superioară ale benzii de dispersie (fig. 5 și 5 bis).

Pe baza altor rezultate de exploatare, s-a studiat influența bazicității zgurii. Pentru conținuturi mici de TiO_2 în zgură și grad de saturație în carbon S_c superior unității, relația poate fi redată prin ecuația:

$$\log X_1 = \log \frac{[Ti] \cdot (SiO_2)}{(TiO_2) \cdot [Si]} =$$

$$= 0\,4956 \frac{(CaO)}{(SiO_2)} + 0{,}0377 \qquad (4)$$

Evaluarea conținutului de titan din fontă

Conținutul probabil de titan în fontă poate fi evaluat folosind relația (4).

Solubilitatea carbonului în Ti este de 0,48% la 920°C și de 0,8% la 1750°C.

Diagrama de echilibru a sistemului Ti—C este prezentată în figura 2.

Carbura de titan TiC(cu 20% C) are densitatea de 4,25 kg/dm³, deci apropiată de cea a titanului, temperatura de topire 3100°C, și:

$$X_2 = \frac{[Ti]}{(TiO_2)}$$

poate ajunge în partea inferioară a domeniului de dispersie din figura 5. Conținutul de titan

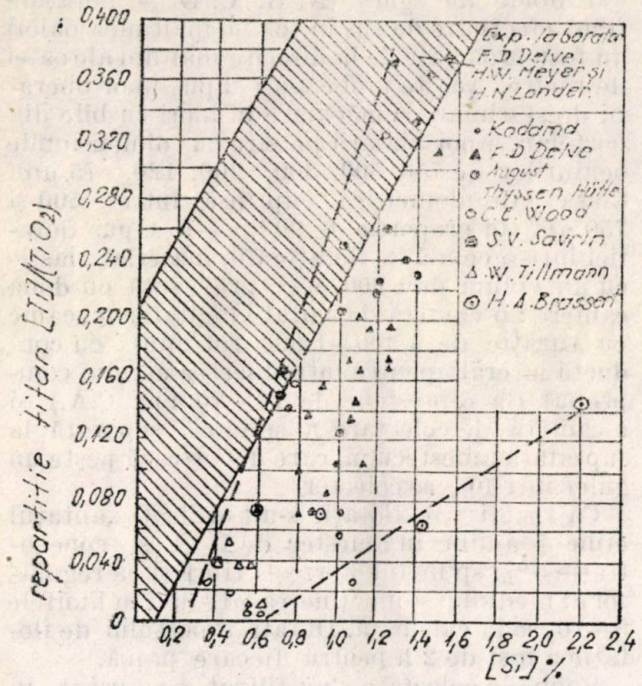


Fig. 5. Repartiția titanului și siliciului din fontă

Fig. 5. Ti and Si distribution in pig iron

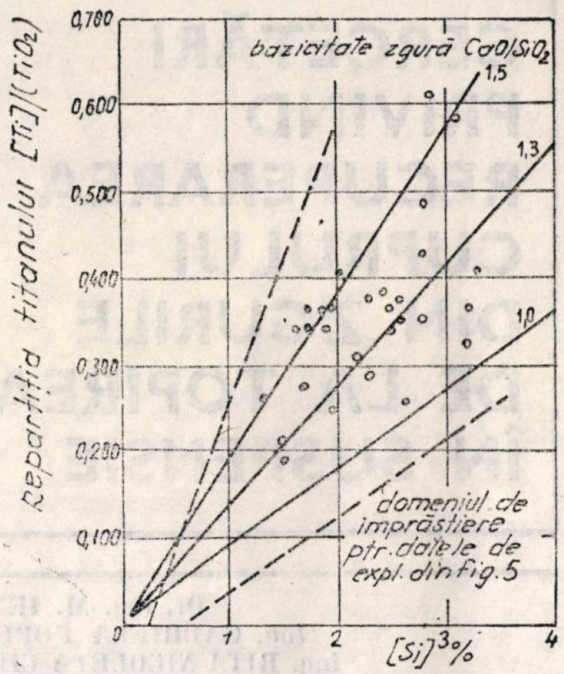


Fig. 5 bis. Repartiția titanului și siliciului în fontă (experimentări la furnale W. Hess)

Fig. 5 bis Ti and Si distribution in pig iron (experiments at W Hess blast furnaces)

din fontă este dat de relația :

$$Ti = \frac{M_{TiO_2}}{\frac{M_s}{100\,X_2} + 16{,}7}, \quad \% \qquad (5)$$

în care : M_{TiO_2} reprezintă aportul de TiO_2, kg/t_{fo} ;

M_s — cantitatea relativă de zgură, kg/t_{fo}.

Pentru fontele elaborate la mers fierbinte, valoarea coeficientului de repartiție poate fi calculată pornind de la X_1.

În acest caz :

$$Ti = \frac{M_{TiO_2}}{\frac{(SiO_2)\,M_s}{[Si]100\,X_1} + 16{,}7}, \quad \%$$

Conținutul de TiO_2 din zgură este dat de relația :

$$(TiO_2) = \frac{100}{M_s}\,(M_{TiO_2} - 16{,}7\,[Ti]), \quad \% \qquad (6)$$

BIBLIOGRAFIE

[1] Vacu, Silvia și colab. *Metalurgia feroaliajelor.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.

[2] Tripșa, I. *Metalurgia feroaliajelor.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1966.

[3] * * * In : C.I.T., Franța, nr. 5, 1973, p. 1091—1100.

[4] * * * In : C.I.T., Franța, nr. 5, 1973, p. 1121—1134.

[5] Elliott, J. *Thermochemistry for steelmaking,* Londra, 1965.

[6] Elliott, J. Transactions I.S.I.J., Japonia, nr. 7, 1977.

[7] * * * In : Stahl und Eissen, Germania, nr. 3, 1973.

CERCETĂRI PRIVIND RECUPERAREA CUPRULUI DIN ZGURILE DE LA TOPIREA ÎN SUSPENSIE

Dr. ing. M. IENCIU
Ing. GABRIELA POPESCU
Ing. RITA NICOLETA CIOCIU
Institutul Politehnic București

CZ : 669.3 :621.745.456

Considerații generale și scopul cercetării

În scopul valorificării complexe a materiilor prime în industria metalurgică neferoasă, o atenție deosebită se acordă reducerii pierderilor de metale în zguri, pierderi care pot fi de natură fizică, chimică și mecanică, cele mai mari pierderi fiind însă cele mecanice.

Conținutul relativ mare de cupru din zgurile obținute la topirea pentru mată este de cele mai multe ori mai mare decît conținutul de cupru în minereul inițial, motiv care impune prelucrarea ulterioară a acestora pentru o recuperare cît mai avansată.

Conținutul de cupru din zgură se poate reduce prin menținerea zgurii în cuptoare de zgură, cînd o parte din cupru se mai poate decanta, obținîndu-se în final o zgură cu aproximativ 1,5—1,7% Cu. Recuperarea cuprului rămas în zgură se poate realiza prin flotație.

Scopul cercetărilor este stabilirea condițiilor optime de recuperare a cuprului din zgurile de la topirea în suspensie, avînd în vedere procesele de coagulare a particulelor de sulfuri și repartiția lor în procesul de solidificare.

Tehnica de cercetare

Compoziția chimică a zgurii provenite de la cuptorul de topire în suspensie este prezentată în tabelul 1.

Probele de zgură (A, B, C, D — notațiile fiind efectuate de sus în jos pe înălțimea oalei) au fost prelevate de la diferite înălțimi ale oalei de răcire. Aceste probe s-au supus unor operații de sfărîmare și măcinare în mori cu bile din porțelan, apoi clasării pe site cu dimensiunile ochiurilor de 750, 500, 300, 200, 120, 75 μm. Clasa granulometrică cuprinsă între 500 și 750 μm (în proporție de 90%) s-a supus flotației într-o celulă de flotație din material plastic cu un volum de 1 600 cm^3, prevăzută cu două camere : o cameră de agitare (agitator mecanic cu turație de 1 400—1 600 rot/min) cu conductă laterală pentru introducerea aerului comprimat (la o presiune de 10—20 mm C.A.) și o cameră de colectare a spumei separată la suprafața amestecului, care deversează peste un guler într-un vas colector.

Ca reactivi de flotație s-au utilizat xantatul etilic + amilic în amestec de 1 : 1 și concentrație 5%, spumant Borzești tip 1 și ca regulator al mediului și menținerea *p*H-ului în limitele 8—10, sodă calcinată. Durata procesului de flotație a fost de 2 h pentru fiecare probă.

Spumele colectate s-au filtrat, s-au uscat în etuvă la 100°C și apoi au fost cîntărite, determinîndu-se conținutul de cupru. Compoziția chimică a concentratului de cupru și a zgurii obținute în urma procesului de flotație este prezentată în tabelul 2.

De asemenea, pe cele patru probe de zgură răcite lent s-a efectuat o analiză microscopică a microscopul optic MC—5.

Rezultatele experimentale și interpretarea lor

În urma cercetărilor realizate pe 16 probe (patru probe din fiecare eșantion A, B, C, D) s-a determinat dependența dintre granulația zgurii și randamentul de extracție a cuprului în concentrate (fig. 1). Pentru toate probele se constată o scădere a randamentului de extracție a cuprului la creșterea granulației, ceea ce se poate explica pe baza fenomenelor superficiale și grafice* care au loc în procesul de flotație. Pentru probele din partea inferioară a oalei se obțin randamente de extragere mai mari, ca urmare a conținutului mai ridicat în cupru și sulfuri de cupru ale acestora.

Randamentul de extracție a cuprului prin flotație este, deci, în funcție de variația compoziției zgurii pe înălțimea oalei (fig. 2). Se impune, pentru practică, omogenizarea zgurii după măcinare, în vederea obținerii unor concentrate omogene din punct de vedere al compoziției chimice.

Din analizele microscopice s-a constatat că principalele sulfuri prezente în zgură sînt Cu_2 și Cu_5FeS_4. De asemenea, zgurile mai conțin

* — diferențe de greutate

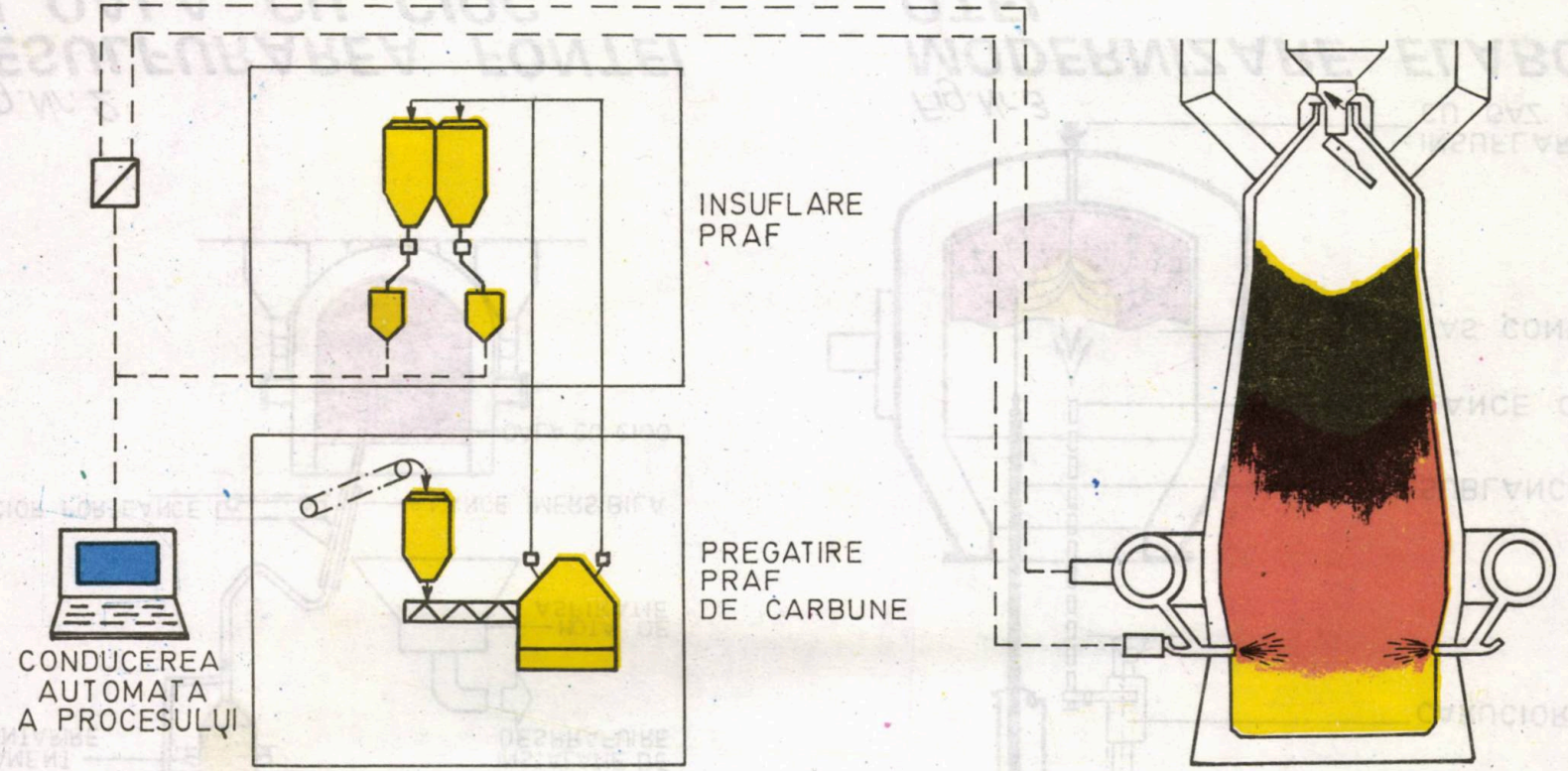


Fig.nr.1 **INSUFLARE PRAF DE CARBUNE IN FURNALELE 4 SI 5**

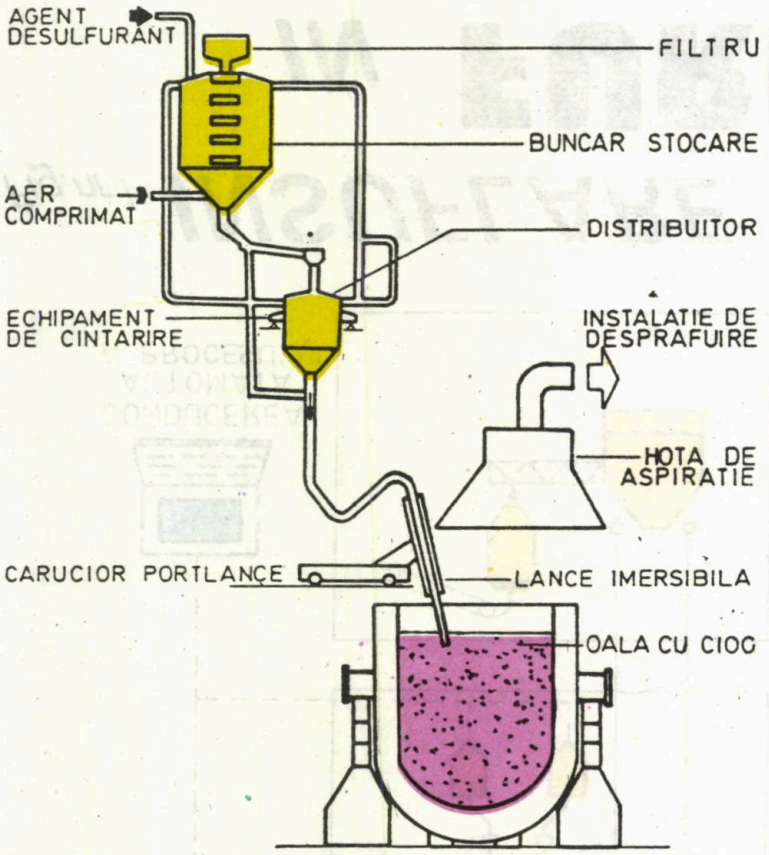


Fig. Nr. 2

DESULFURAREA FONTEI IN OALA CU CIOC

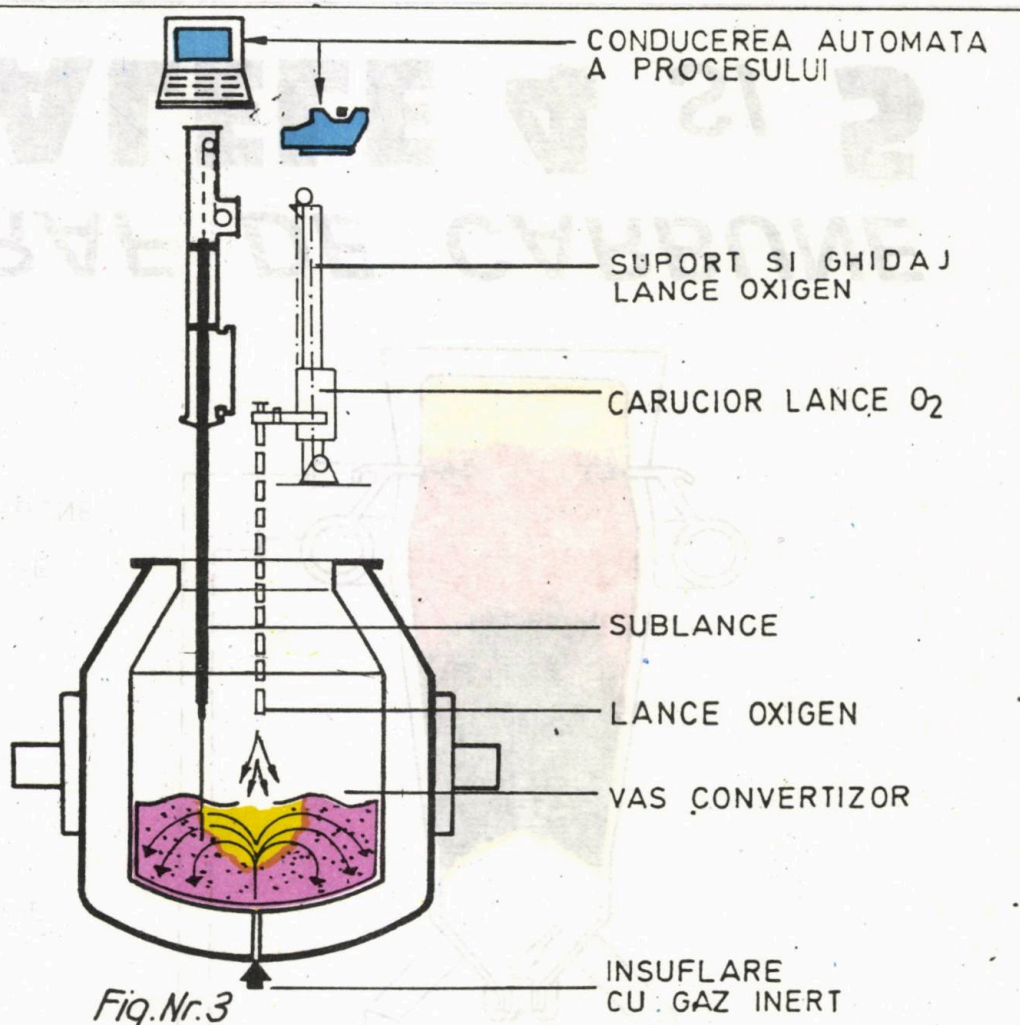
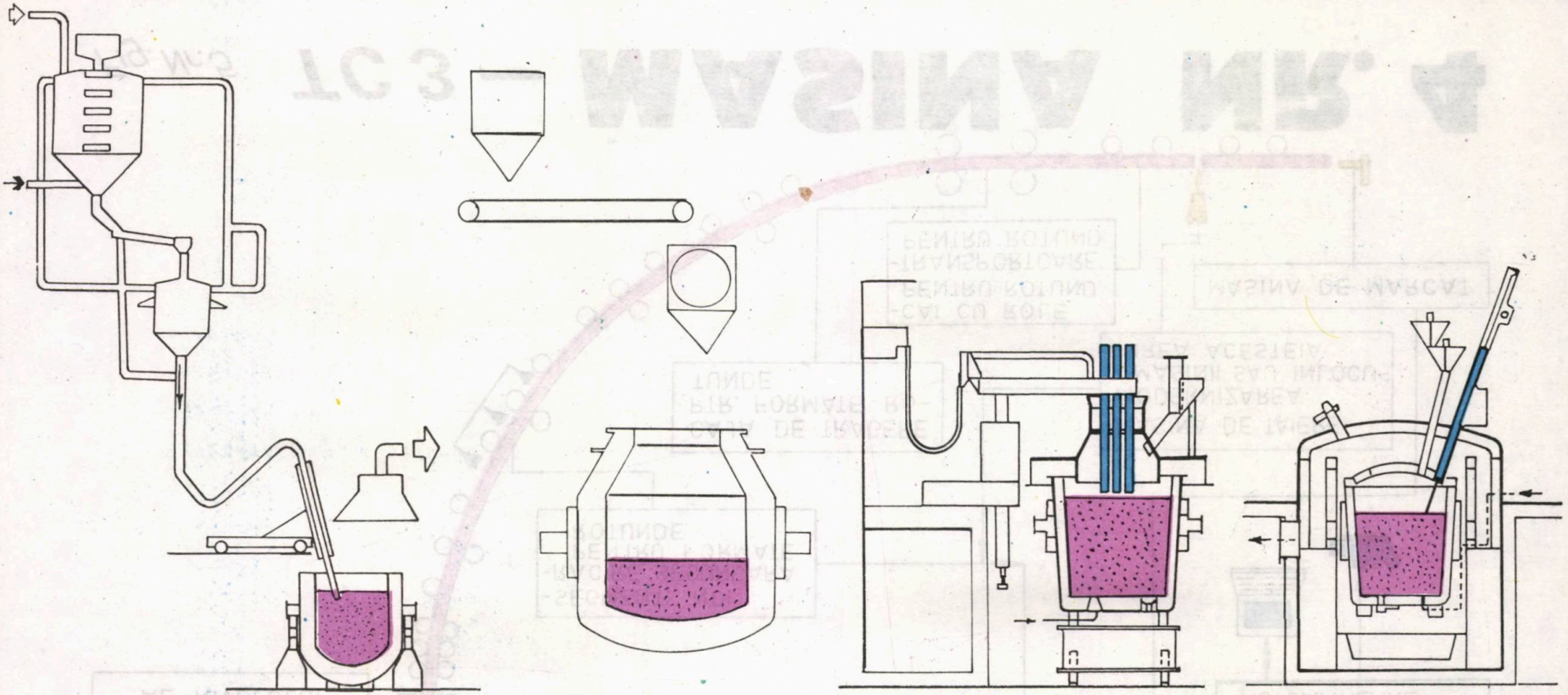


Fig. Nr. 3

MODERNIZARE ELABORARE OTEL

OLD 1



DESULFURAREA FONTEI IN OALA CU CIOC

INSTALATIE DE INCALZIRE A OTELULUI LHF

INSTALATIE DE TRATARE A OTELULUI VD

Fig.Nr.4 **OLD 3 – MODERNIZARI**

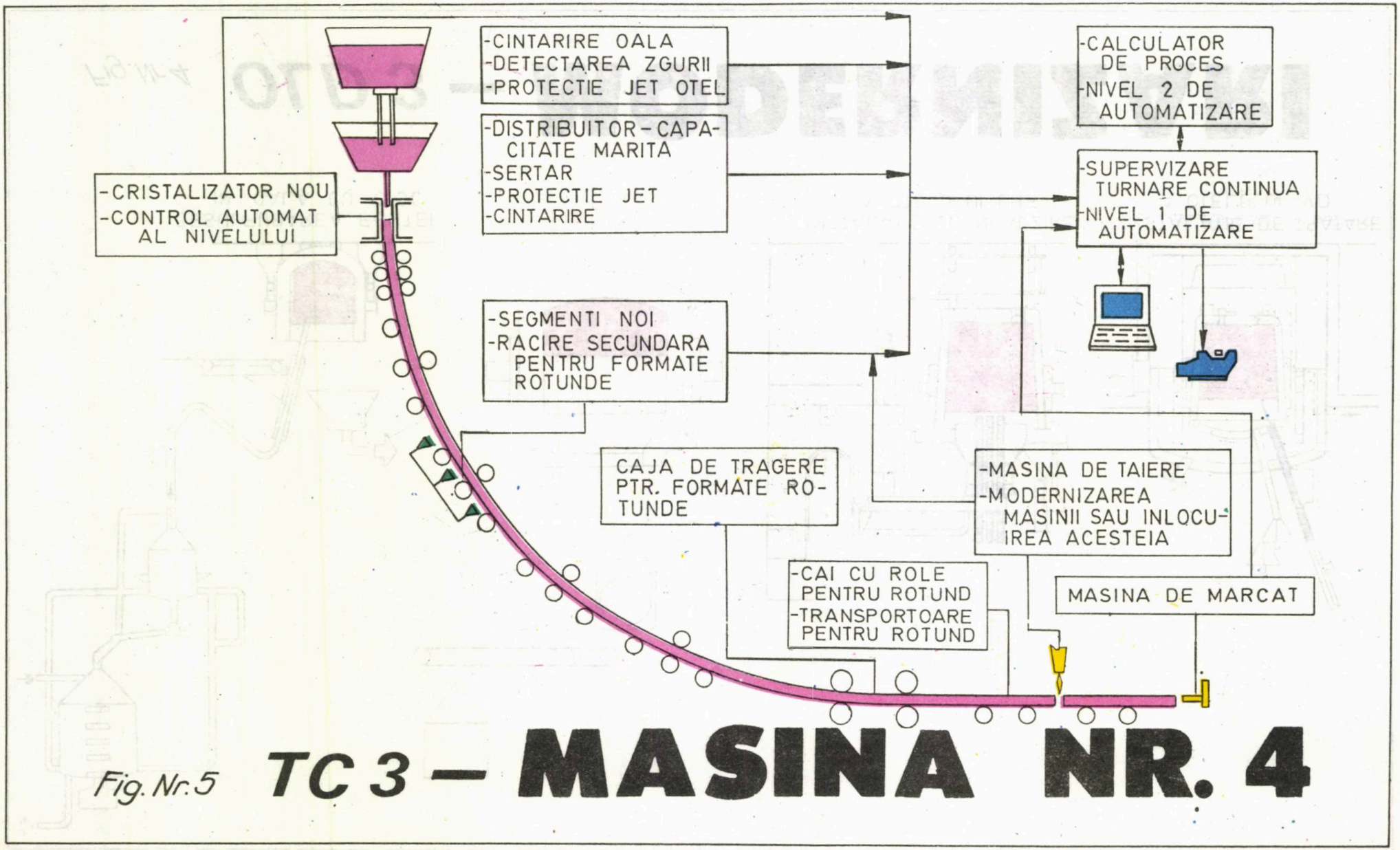


Fig. Nr. 5 **TC 3 — MASINA NR. 4**

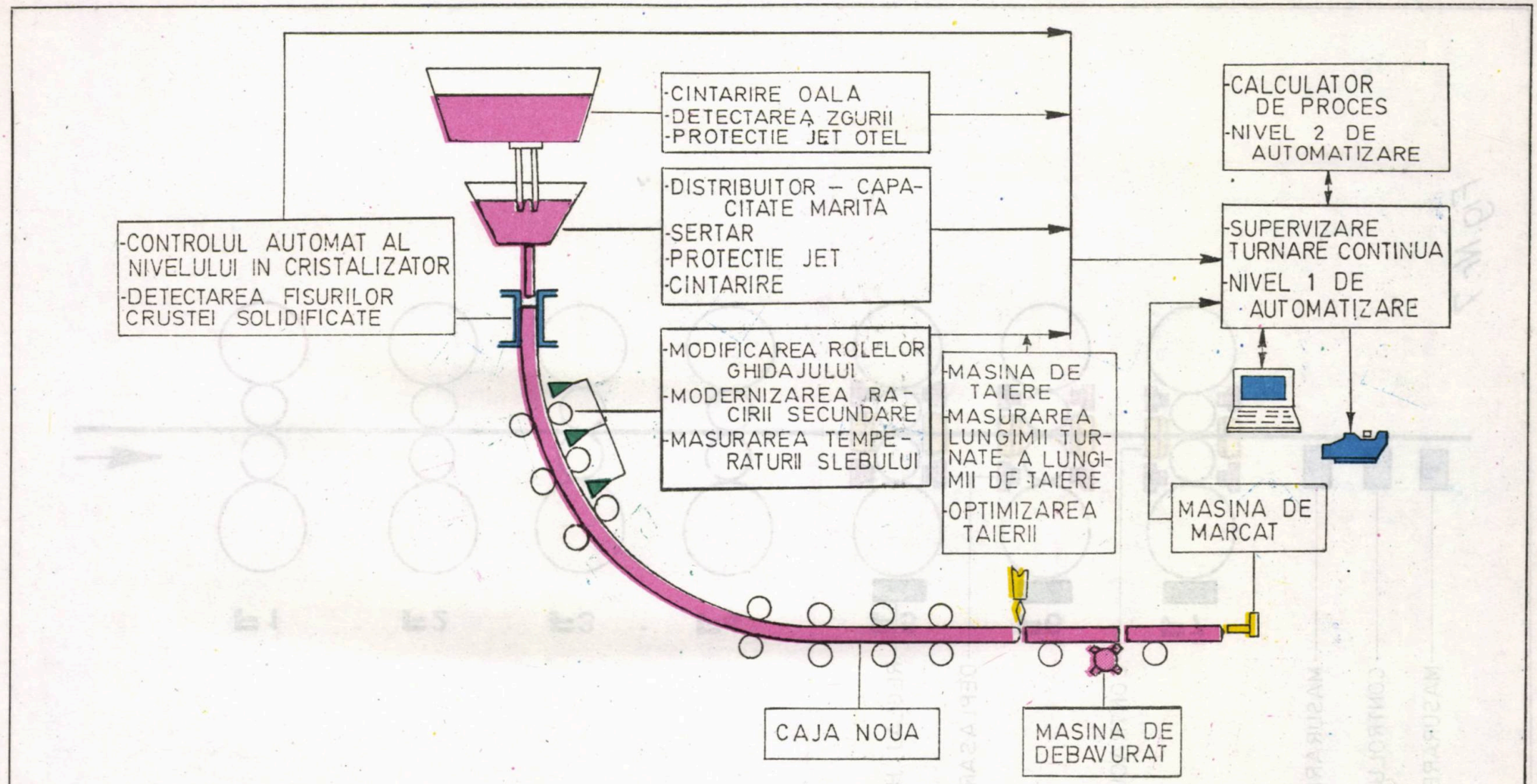


Fig.Nr.6 **TC 1 – MASINA NR. 1÷4**

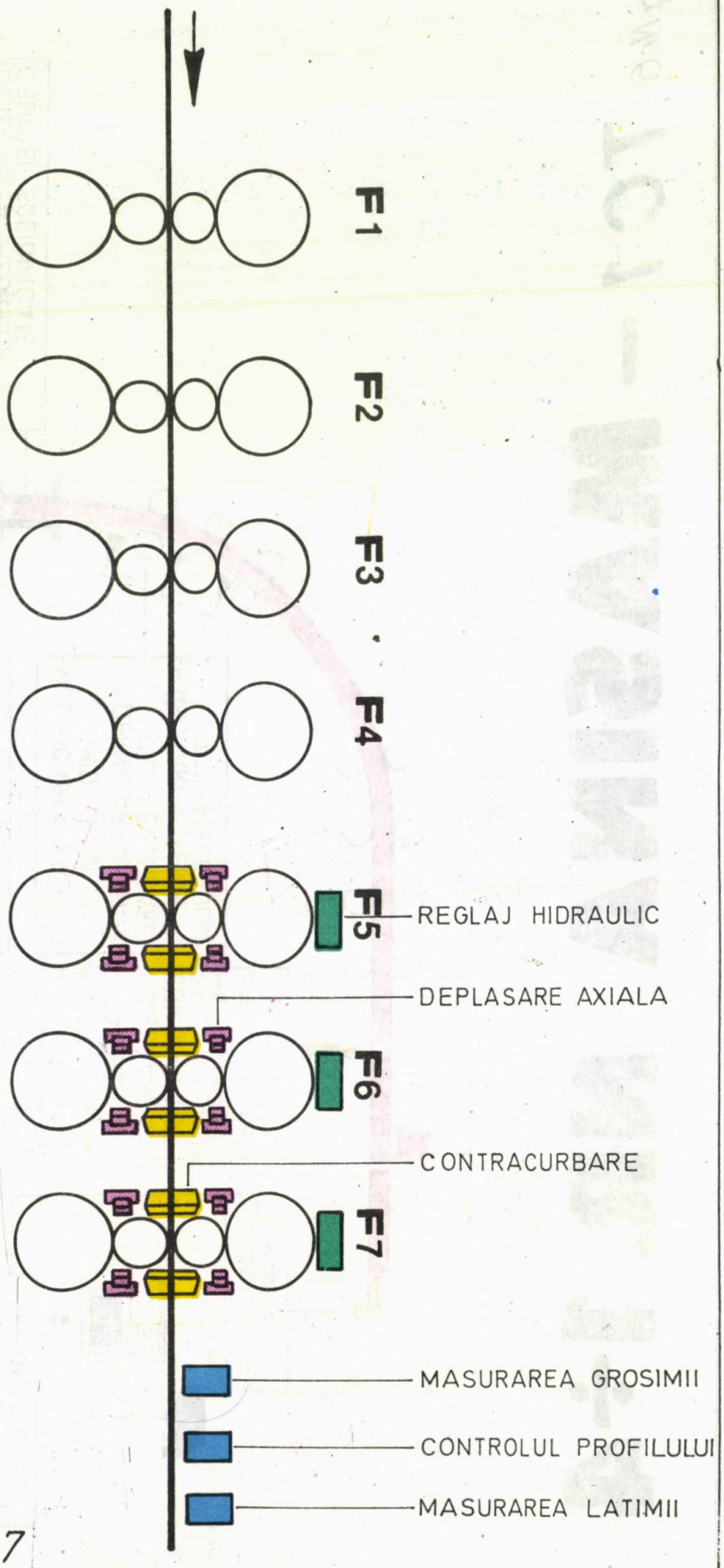

F1
F2
F3
F4
F5
REGLAJ HIDRAULIC
DEPLASARE AXIALA
F6
CONTRACURBARE
F7
MASURAREA GROSIMII
CONTROLUL PROFILULUI
MASURAREA LATIMII

Fig. Nr. 7

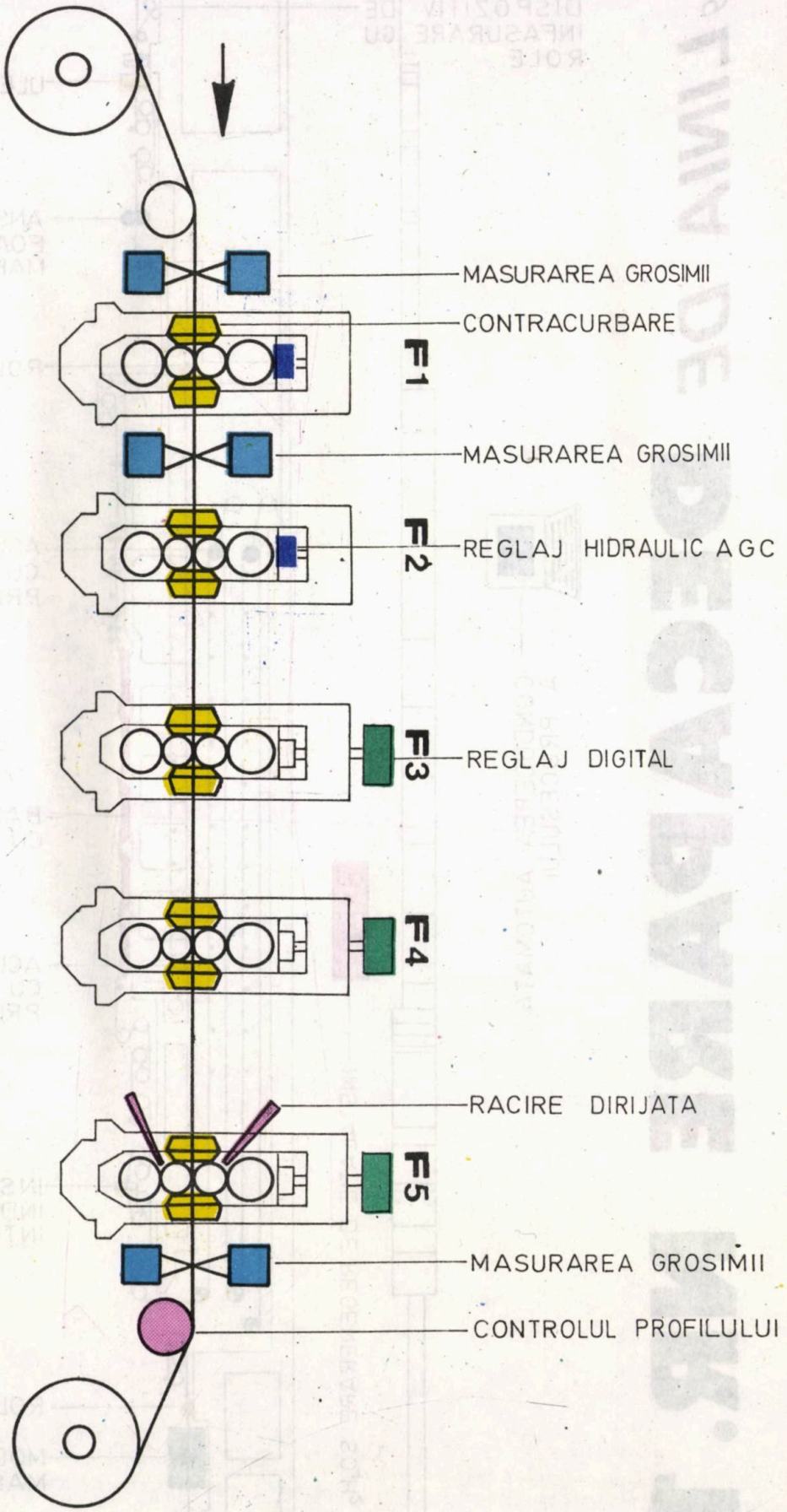

MASURAREA GROSIMII
CONTRACURBARE
F1
MASURAREA GROSIMII
F2
REGLAJ HIDRAULIC AGC
F3
REGLAJ DIGITAL
F4
RACIRE DIRIJATA
F5
MASURAREA GROSIMII
CONTROLUL PROFILULUI

Fig.Nr.8

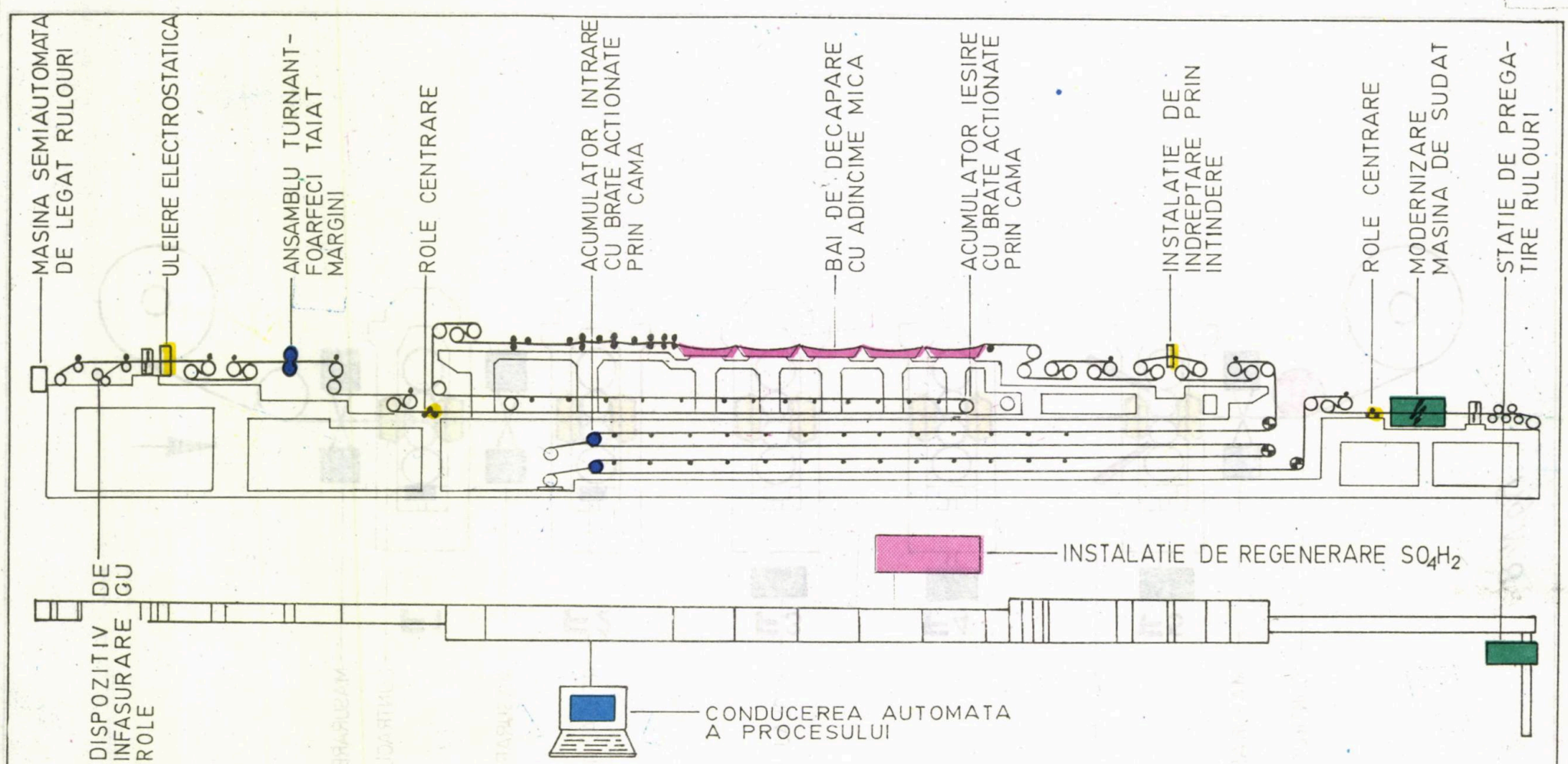


Fig.Nr.9 **LINIA DE DECAPARE NR. 1**

Tabelul 1

Compoziţia chimică a zgurii de la topirea în suspensie

Table 1

Chemical composition of slag produced during smelting in suspension

Element / %	Cu	Pb	Zn	S	Fe	Mn	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	As	Bi	Sb	Cd	Au, (g/t)	Ag, (g/t)
	3,5	0,3	2	1	40	0,08	30	0,56	0,2	1,3	0,3	0,02	0,07	0,001	0,6	3

Tabelul 2

Compoziţia chimică a concentratului de cupru şi a zgurii obţinute în procesul de flotaţie

Table 2

Copper concentrate chemical composition; chemical composition of slag produced during flotation process

Element / %	Cu	Pb	Zn	S	Fe	Mn	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	As	Bi	Sb	Cd
Concentratul de Cu	36	1,2	1,5	9	23	0,06	15	0,6	0,1	0,6	1	0,03	0,1	0,005
Zgura de flotaţie	0,7	0,24	1,8	0,3	30	0,1	30	0,5	0,2	1,3	0,1	0,003	0,05	0,001

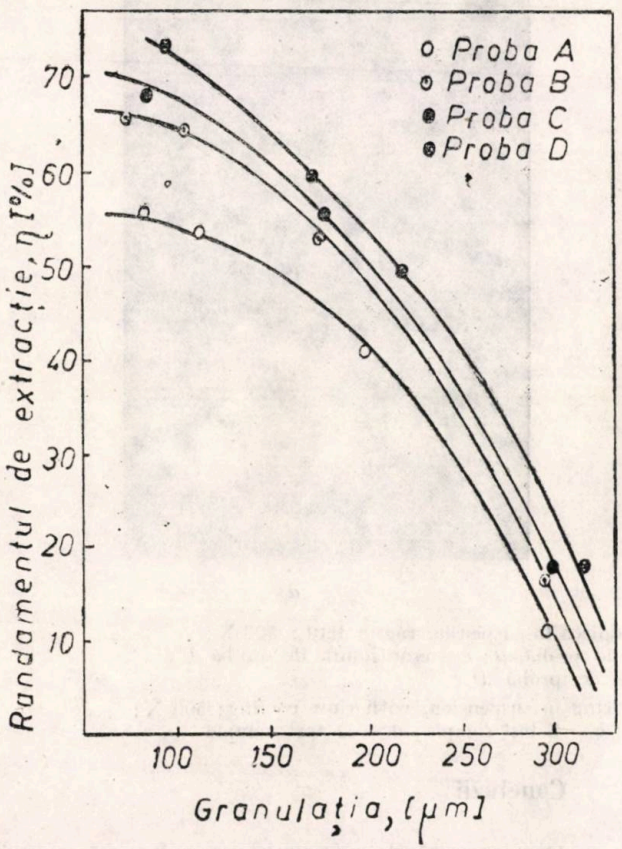


Fig. 1. Influenţa granulaţiei zgurii asupra randamentului de extracţie a cuprului prin flotaţie

Fig. 1. Influence of slag grain size on copper extraction yield by flotation

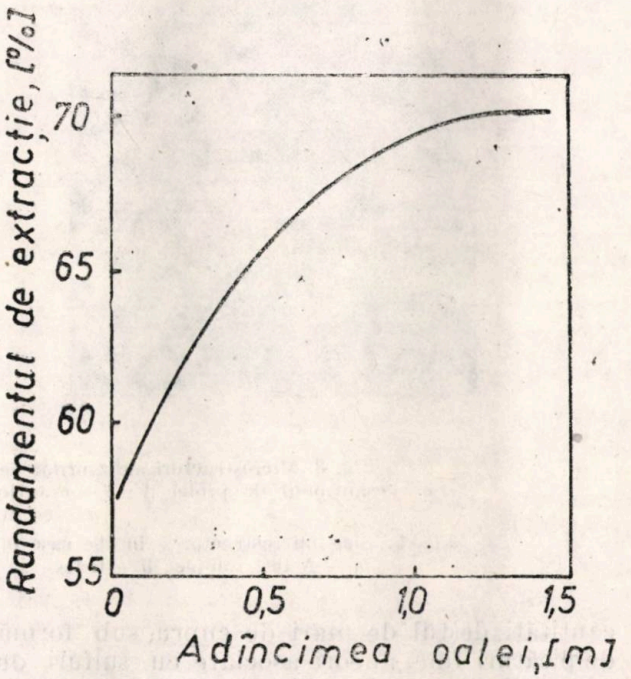


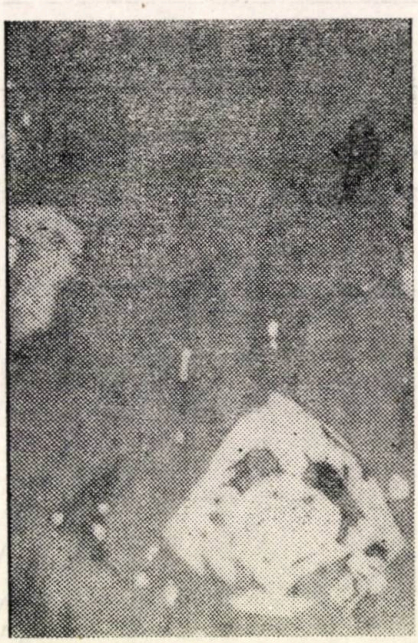
Fig. 2. Influenţa înălţimii oalei de răcire lentă, de la care s-au colectat probele A, B, C, D, asupra randamentului de extracţie a cuprului

Fig. 2. Influence of ladle height with slow cooling (where the A, B, C, D samples have been taken from) on copper extraction yield

a

b

c



d

Fig. 3. Microstructuri ale zgurilor de la topirea în suspensie, răcite lent; 500 X:
a — eşantionul de probă *A*; *b* — eşantionul de probă *B*; *c* — eşantionul de probă *C*;
d — eşantionul de probă *D*

Fig. 3. Slag microstructures in the case of smelting in suspension, with slow cooling; 500 X:
a — A test sample; b — B test sample; c — C test sample; d — D test sample

cantităţi destul de mari de cupru, sub formă de picături fine, uneori asociate cu sulfuri de cupru. Zgura conţine silicaţi complecşi (principalul silicat fiind fayalita) şi magnetită (Fe_2O_4) sub formă de cristale idiomorfe, dendritice, lamelare. În figura 3 sînt prezentate microstructuri ale zgurilor de la topirea în suspensie, răcite lent.

Concluzii

Din cercetările efectuate rezultă că zgurile de la topirea în suspensie se pot prelucra prin procedeul răcirii lente urmate de flotaţie, cu randamente destul de mari (~70%) de extragere a cuprului, la dimensiuni medii ale particulelor de zgură măcinată.

Repartiția sulfurilor de cupru depinde într-o măsură însemnată de adîncimea la care se produce coagularea în timpul răcirii lente și de viteza de răcire, fiind influențată și de procesele superficiale și de transfer de căldură și de masă.

Studiul metalografic al zgurilor de la topirea în suspensie pune în evidență corelația dintre prezența simultană în zgură a unor constituenți, morfologia diferiților compuși și condițiile de topire și cristalizare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Oprea, Fl., Oprea, Sanda, Olaru, Fl.: *Metalurgia plumbului, cuprului și zincului.* București, Editura Tehnică, 1965.

[2] Oprea, Fl., Talci, D., Ivănescu, Al., Constantin, I., Roman, Rodica: *Teoria proceselor metalurgice.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1984.

[3] Constantin, I.: *Metalurgia cuprului.* București, Litografie I.P.B., 1989.

[4] Tocaci, Lucia, Guran, M. ș.a.: *Mineralogie.* vol. I. București, Editura Tehnică, 1985.

[5] Crăescu, I., Krausz, Sanda: *Prepararea substanțelor minerale utile.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1982.

1 st Announcement

EOSC '93

VDEh CRM

1. European Oxygen Steelmaking Congress
Düsseldorf/Neuss, June 21—23, 1993

Organization: Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh)
Centre de Recherches Métallurgiques (CRM)
Supported by other International Metallurgical Associations

PRIMUL CONGRES EUROPEAN DE ELABORARE A OȚELULUI ÎN CONVERTIZOR CU OXIGEN

Organizatori: Societatea Germană de Metalurgie VDEh și Centrul de Cercetări Metalurgice CRM, Liége.

Participanți: Reprezentanții uzinelor europene de elaborare a oțelului în convertizor cu oxigen, experți din institute de cercetare și universități.

Tematica: Cele mai recente procese și tehnologii industriale de elaborare a oțelului în convertizor, automatizare, controlul procesului, protecția mediului.

Acțiuni speciale: Pe durata congresului vor fi organizate o expoziție a producătorilor de oțel și de echipamente, o vizită la uzine de profil și o expoziție poster cu lucrări din tematica congresului.

Limba: Germană, engleză, franceză, cu traducere simultană.

Pentru informații suplimentare vă puteți adresa la:

Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Postfach 105145
D–4000 Düsseldorf 1

TENDINȚE PRIVIND MODERNIZAREA ȘI RETEHNOLOGIZAREA COMBINATULUI SIDERURGIC «SIDEX» S.A. GALAȚI

Ing. FL. I. SANDU
Președintele Societății Române de Metalurgie
Director general al SIDEX S.A. Galați

Dr. ing. FL. STRUGARI
Șef Serviciu Tehnic SIDEX S.A. Galați

CZ :669.1

La 8 iunie 1992 s-au împlinit 24 de ani de cînd la Combinatul Siderurgic Galați a fost elaborată prima șarjă de oțel în convertizorul cu oxigen, procedeu aplicat pentru prima dată în România. Realizarea primei etape de 6 mil. t oțel pe an la Galați s-a făcut în deceniul 1970—1980, Combinatul Siderurgic Galați fiind similar ca dotare și tehnologii cu celelalte combinate siderurgice din lume. În prezent, la Galați se realizează 50% din producția de oțel a țării, din care 95% produse plate. SIDEX S.A este o unitate siderurgică integrată, cu dotări tehnice moderne la nivelul anilor 1980, avînd o capacitate proiectată de cca 9 mil. t oțel pe an. Fluxul tehnologic cuprinde cocserii, furnale de mare capacitate, convertizoare cu insuflare de oxigen, instalații de turnare continuă, precum și laminoare de tablă groasă, bandă laminată la cald, la rece, semifabricate, de țevi sudate longitudinal de mare diametru.

Principalele produse sînt livrat la export în proporție de 30%, restul fiind livrat în țară.

Produsele plate sînt fabricate în gama dimensională 0,4—150 mm grosime, avînd ca destinație construcția de mașini, nave, cazane, recipienți, țagle, țevi sudate de mare diametru, autoturisme, frigidere, vase emailate, industria electrotehnică etc.

Schimbările politice și economice radicale, trecerea de la economia planificată centralizat la economia de piață au impus și pentru SIDEX S. A. Galați o altă strategie a dezvoltării, aceea a alianțelor cu partenerii de peste hotare, incluzînd restructurarea tehnologiilor de fabricație, a echipamentelor și realizarea competitivității produselor. Aplicăm tehnologii cu consumuri materiale și energetice reduse, care să asigure parametrii calitativi prevăzuți în standardele europene.

În prezent, acționăm pentru rentabilizarea combinatului, pentru a funcționa prin propria lui forță. Un element esențial este și acela că, pe viitor, avem în vedere și unele modalități de privatizare.

Astăzi, principala noastră preocupare este aceea de a reglementa producția printr-o politică monetară, bugetară și de credit. Siderurgia din Europa de Est are un randament scăzut, de numai 0,70—0,75, care reprezintă raportul dintre produsele finite și oțel brut, comparativ cu cca 0,90 în Europa Occidentală, o mare parte a diferenței datorîndu-se turnării continue.

Deși la SIDEX S. A Galați se realizează 60% din producția de oțel prin turnare continuă, funcționăm cu capacități reduse, datorită lipsei de energie electrică și combustibil. La această situație se adaugă și nivelul mare al consumurilor energetice, de materii prime și materiale, precum și excesul forței de muncă. Viitorul pune probleme multe, schimbări și incertitudini, pentru siderurgia din Europa de Est. Ce trebuie făcut pentru ca industria siderurgică din România să facă față acestei situații?

Să rămînă eficientă, să fie mai novatoare, orientată numai spre cerințele clienților, să vină în întîmpinarea cerințelor de calitate ale utilizatorilor de oțel și, fapt foarte important, să urgenteze introducerea tehnologiilor moderne.

În acest sens, SIDEX S. A Galați și-a stabilit un program de modernizare și retehnologizare a fluxurilor de fabricație, conceput în

LINIA DE ZINCARE

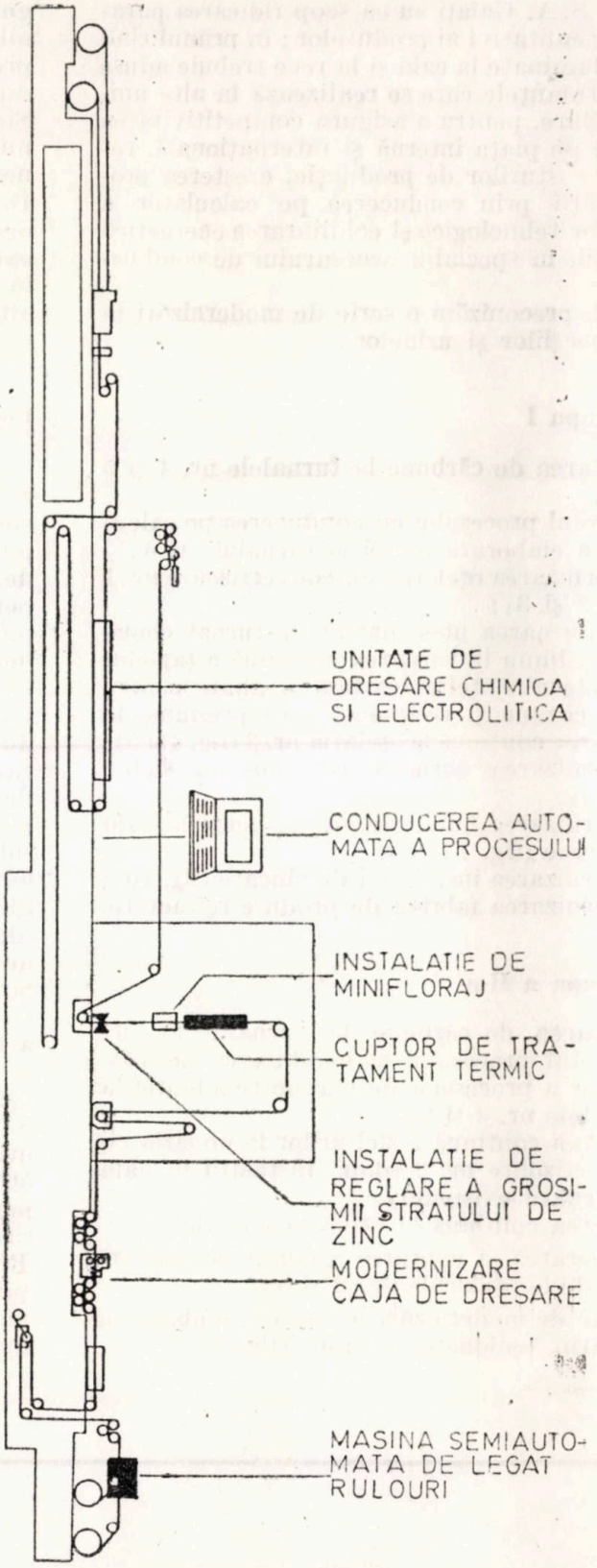


Fig. Nr 10

mai multe etape. Acţiunile de modernizare prevăzute a se realiza la Combinatul Siderurgic SIDEX S. A. Galaţi au ca scop ridicarea parametrilor calitativi ai produselor ; în primul rînd benzile laminate la cald şi la rece trebuie aduse la performanţele care se realizează în alte unităţi similare, pentru a asigura competitivitatea acestora pe piaţa internă şi internaţională, reducerea costurilor de producţie, creşterea productivităţii prin conducerea pe calculator a proceselor tehnologice şi echilibrarea energetică a unităţii, în special a necesarului de combustibil.

Astfel, preconizăm o serie de modernizări în cadrul secţiilor şi uzinelor :

— **Etapa I**

— insuflarea de cărbune la furnalele nr. 4 şi 5 (fig. 1) ;
— controlul procesului cu conducerea pe calculator a elaborării fontei la furnalul nr. 6 ;
— modernizarea oţelăriei cu convertizoare nr. 1 (fig. 2 şi 3) ;
— transformarea unei maşini de turnat continuu în blum în turnarea continuă a ţaglelor rotunde din oţeluri carbon şi aliate pentru ţevi, cazane şi recipienţi sub presiune la turnarea continuă la oţelăria nr. 3 (fig. 4 şi 5) ;
— modernizarea turnării continue în sleb (fig. 6) ;
— modernizarea laminoarelor de benzi la cald şi la rece (fig. 7 şi 8) ;
— modernizarea instalaţiei de zincare (fig. 10) ;
— modernizarea fabricii de produse refractare.

— **Etapa a II-a**

— insuflarea de cărbune la furnalul nr. 6 ;
— controlul procesului şi conducerea pe calculator a proceselor de elaborare a fontei la furnalele nr. 4 şi 5 ;
— turnarea continuă a sleburilor la oţelăria cu convertizoare nr. 2 (două instalaţii în hala de turnare existentă) ;
— turnarea continuă la oţelăria electrică ;
— recuperarea şi epurarea gazului de convertizor de la oţelăriile nr. 2 şi 3 ;
— o serie de modernizări legate de combaterea poluării, eşalonate în timp (fig. 9).

Desigur, aceste acţiuni de modernizare şi retehnologizare impun din partea noastră asigurarea de fonduri în valoare de cîteva zeci de miliarde de lei, pe care dorim să le obţinem cu precădere din fondul de amortizare anual şi din profitul care se va obţine în fiecare an. Sîntem în tratative cu o serie de firme de renume din Europa Centrală, cum sînt : Mannesmann Demag, MAN GHH, Paul Wurth, Davy Distington, Schloemann Siemag, Hoogovens şi altele. O parte din modernizările executate în colaborare cu aceste firme se fac în contrapartidă (barter) cu produse plate sau alte utilaje şi echipamente fabricate în ţară.

Concluzii

Avînd în vedere dificultăţile întîmpinate în acţiunea de modernizare şi retehnologizare a combinatelor siderurgice din Romania, se impune din partea Guvernului un sprijin concret de creştere a producţiei de oţel, o stabilitate a ei, pentru acumularea de fonduri valutare în scopul asigurării bazei materiale, energetice şi de încheiere a unor contracte cu partenerii străini în domeniul modernizării şi retehnologizării. Un exemplu concret în acest sens s-a desprins din experienţa siderurgiştilor cehi şi slovaci care au prezentat la consfătuirea EAST STEEL de la Galaţi, din perioada 11—15 mai 1992, programul de modernizare şi retehnologizare a siderurgiei din Ceho-Slovacia. Astfel, cheltuielile însumate pentru modernizarea siderurgiei din Ceho-Slovacia s-au ridicat la cca 4 mld. $, din care o treime a fost primită din partea Comunităţii Europene, o altă treime de la Guvern, iar o treime din profitul propriu al fiecărei întreprinderi în parte. Acest mod de soluţionare a făcut ca producţia de oţel a Ceho-Slovaciei în anul 1990 să fie de 14,8 mil. t, iar în anul 1991 să scadă la numai 12,1 mil.t. Dacă facem o comparaţie cu producţia de oţel din România, care în aceeaşi perioadă a scăzut cu 50%, considerăm necesar un efort dirijat pentru a rezolva problemele pe care le ridică firmele noastre. O astfel de unire a forţelor din România ar putea să transforme problemele în şansă, să deschidă calea spre succes într-un mediu economic din ce în ce mai complex şi mai competitiv.

EXPERIMENTĂRI INDUSTRIALE PENTRU OBȚINEREA UNOR CALITĂȚI SUPERIOARE LA BENZILE DIN OȚEL SILICIOS PRIN TEHNOLOGIA CONVENȚIONALĂ CU INHIBITOR MnS

CZ :621.785 :669.14.08.583

Dr. ing. G. PÂRVU — ICEM S.A.
Ing. C. WINCKELBAUER — Grantmetal S.A.
Ing. I. UNGUREANU — C.O.S.T.

Introducere

Cercetările științifice și modernizările tehnologice realizate în ultimii ani în domeniul benzilor din oțel silicios cu grăunți orientați au dus, pe de o parte, la obținerea de noi sortimente de bandă cu caracteristici magnetice superioare și, pe de altă parte, la micșorarea diferențelor dintre performanțele obținute în varianta convențională și în varianta HIB. Referindu-ne la fabricația benzilor din oțel silicios cu grăunți orientați în varianta sulfidică, care constituie obiectul acestei lucrări, se vor prezenta, pe scurt, principalele cercetări științifice și modernizări tehnologice care au contribuit la creșterea performanțelor benzilor din oțel silicios cu grăunți orientați fabricate în varianta convențională.

Compoziția chimică

În vederea finisării și uniformizării structurii în faza de sleb și la laminarea benzii la cald, conținutul de carbon a fost mărit de la 0,025—0,030 la 0,04—0,06%, astfel încît la laminarea la cald în structura benzii să se formeze circa 30% austenită [1] și să se uniformizeze structura înainte de laminarea în trenul finisor.

Pentru creșterea efectului fazei inhibitoare în varianta convențională cu două laminări la rece și pentru stabilizarea recristalizării secundare la grade mari de reducere, s-a propus [2] utilizarea a 1 sau 2 inhibitori suplimentari pe lîngă MnS, care să nu necesite modificări importante ale tehnologiei.

Metoda de elaborare a oțelului

Utilizarea metodelor moderne de elaborare a oțelului cu tratare în afara convertizorului (în special dezoxidarea și alierea în vid) permite scăderea sensibilă a conținutului de incluziuni oxidice cu dimensiuni sub 1 μm și îmbunătățirea corespunzătoare a proprietăților magnetice. În figura 1 se prezintă influența diferitelor metode de elaborare a oțelului asupra caracteristicilor magnetice ale benzilor din oțel silicios cu grăunți orientați.

Tabelul 1

Compozițiile chimice tipice de oțel silicios cu mai mulți inhibitori, %

Table 1

Typical chemical composition of silicon steel with many inhibitors, %

C	Si	Mn	S	Sb	Bi	Mo	Sn	Cu	As
0,040	3,25	0,085	0,027	0,023	—	—	—	—	—
0,035	3,0	0,070	0,020	0,030	—	0,030	—	—	—
0,050	3,15	0,060	0,020	—	—	—	0,08	0,2	—
0,045	3,20	0,070	0,026	—	—	—	—	—	0,018
0,050	3,20	0,065	0,030	0,030	0,015	—	—	—	—

Laminarea benzilor la cald

Rezultatele cercetărilor [4], [6] asupra transmiterii caracteristicilor structurii și texturii benzii laminate la cald prin mecanismul de „memoria structurii" pînă în banda finală au subliniat importanța intensificării texturii Goss în banda laminată la cald și uniformizarea gra-

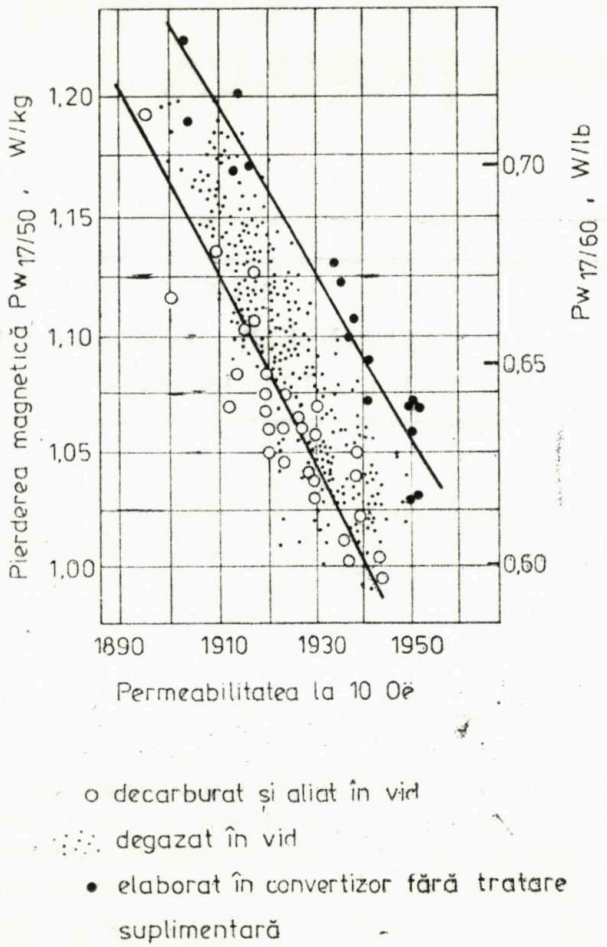


Fig. 1. Influența purității oțelului asupra proprietăților magnetice

Fig. 1. Influence of steel purity on its magnetic properties

nulației după laminarea degrosisoare. Soluția unanim adoptată pentru uniformizarea granulației a fost creșterea conținutului de carbon la peste 0,04% pentru obținerea a cca 30% austenită în structura de laminare la cald. În vederea creșterii componentei Goss în textura benzii laminate la cald, cercetările propun fie reducerea temperaturii de sfîrșit de laminare și răcirea imediată a benzii [7], [8], fie microalierea cu molibden [9], ambele metode ducînd la obținerea în banda laminată la cald a unei proporții mai mari de grăunți parțial recristalizați, avînd textura Goss.

Controlul precipitării carbonului

S-a demonstrat experimental faptul că starea sub care se găsește carbonul în bandă, înainte de ultima laminare la rece, influențează proprietățile magnetice ale benzii; cele mai bune proprietăți se obțin atunci cînd carbonul se găsește sub formă de precipitate fine de carburi cu dimensiunea de 100—500 Å. Această stare a carbonului se obține prin răcirea benzii între 750 și 300°C cu viteză de 40°C/s și între 300 și 150°C cu viteză de 15°C/s și se poate realiza prin controlul răcirii la recoacerea intermediară a benzii.

Gradul de reducere la laminarea la rece

Pentru intensificarea texturii și creșterea corespunzătoare a inducției magnetice, gradul de reducere la laminarea a II-a la rece se recomandă [11] să fie crescut la 65—70%. Datorită prezenței celui de-al doilea inhibitor, recristalizarea secundară se menține stabilă la un grad de reducere de peste 60%.

Temperatura la a II-a laminare la rece

Realizarea îmbătrînirii între trecerile de laminare la rece cu efect asupra finisării granulației și reducerii pierderilor magnetice ale benzii [12], [13] impune efectuarea laminării a II-a la temperaturi cuprinse între 150 și 400°C. Cel mai simplu mod de realizare tehnologică a îmbătrînirii între treceri este încălzirea benzii la 300°C timp de trei ore înainte de laminare.

Viteza de încălzire la recoacerea înaltă

Recristalizarea secundară se desfășoară izoterm la temperaturi cuprinse între 800 și 1000°C, în funcție în special de caracteristicile fazei inhibitoare [14]. Pentru stabilizarea proceselor de recristalizare secundară se recomandă [15] micșorarea cît mai mult posibil a vitezei de încălzire la recoacerea înaltă între 800 și 1000°C, astfel încît condițiile să se apropie de cele ale menținerii izoterme. Pentru aplicațiile industriale se indică maximum 5°C/h.

Experimentări

A fost conceput un program de experimentări industriale avînd ca referință tehnologia actuală, la care s-au aplicat unele soluții tehnologice publicate în literatură care nu solicită investiții specifice noi și care nu schimbă fundamental tehnologia convențională de fabricație a benzilor cu grăunți orientați în varianta MnS.

Tabelul 2

Variantele tehnologice experimentate pentru creşterea performanţelor benzilor cu grăunţi orientaţi

Table 2

Technological methods tested in order to improve the performance of grain oriented steel strip

Faza tehnologică	Varianta de referinţă	Variantele experimentale
Compoziţia chimică, %	C = 0,025—0,031 Mn = 0,060—0,085 S = 0,024—0,028 Si = 3,00—3,30	creşterea C la 0,04—0,05 adaos de 0,02 Mo şi 0,03 Sb
Metoda de elaborare a oţelului	elaborarea în convertizor alierea în oală cu barbotare de argon	elaborarea în convertizor decarburarea şi degazarea în vid alierea în oală la presiunea atmosferică, barbotarea cu argon
Turnarea oţelului	lingou	lingou
Laminarea la cald	$T_{încălzire}$ = 1400°C $T_{sfîrşit\ de\ laminare}$ = 1000°C grosimea benzii = 2,0 mm	$T_{încălzire}$ = 1400°C $T_{sfîrşit\ de\ laminare}$ = 1000°C grosimea benzii: —2,0 mm —2,5 mm
Normalizarea, °C	900	900
Laminarea I	2 — 0,56 mm	2—0,56 mm 2,5—0,70 mm
Recoacerea intermediară	900°C cu răcire în atmosferă	900°C cu răcire în apă de la 800°C
Laminarea a II-a	gradul de reducere: 50—55%	gradul de reducere: a — 50—55% b — 65%
Recoacerea înaltă	viteza de încălzire: peste 800°C = max.27°C/h	viteza de încălzire: 800—1000°C = max. 10°C/h

În tabelul 2 se prezintă comparativ varianta tehnologică de referinţă şi variantele experimentale aplicate (fig. 2).

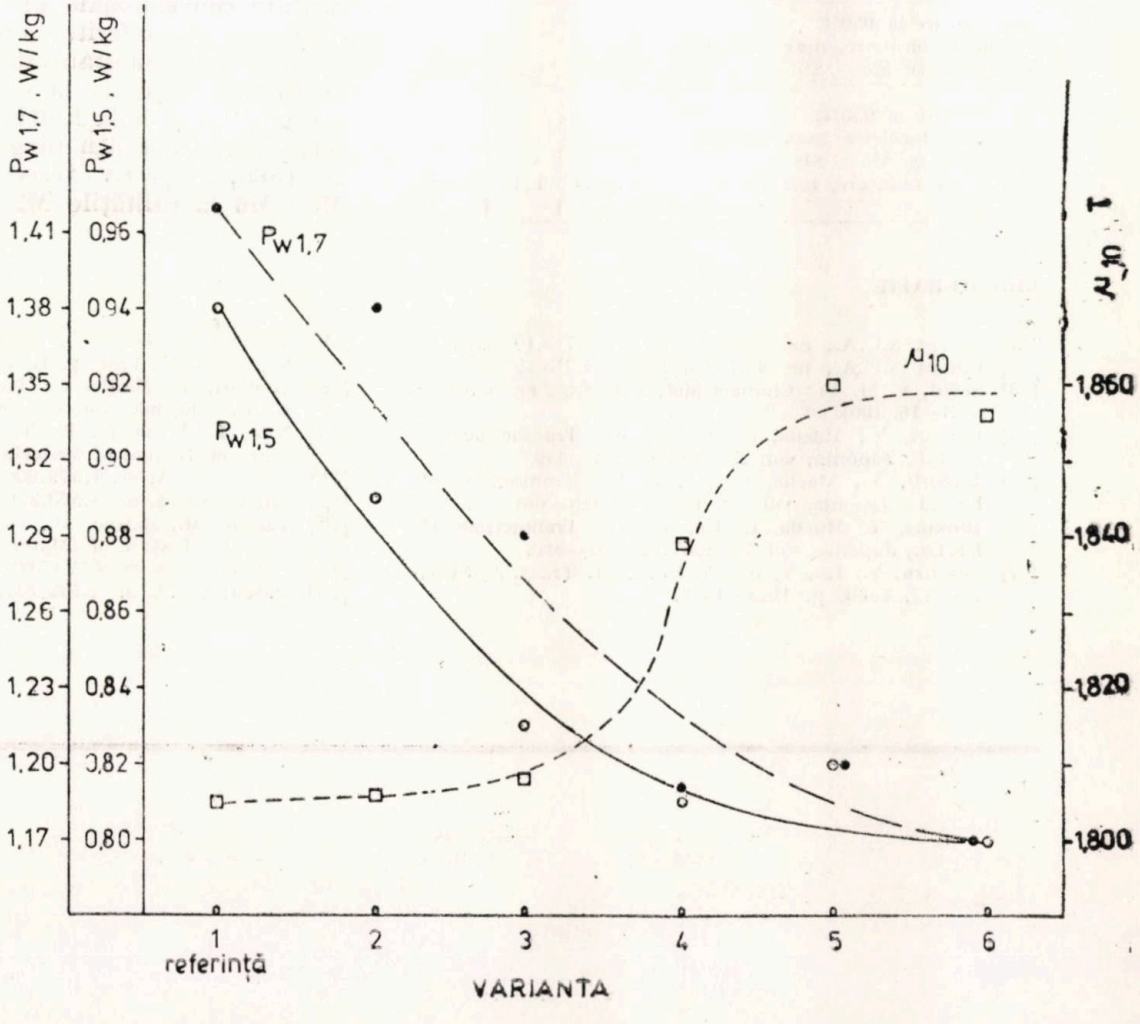


Fig. 2. Influenţa variantelor tehnologice asupra caracteristicilor magnetice

Fig. 2. Influence of technological process on the magnetic properties

Rezultatele obținute

Rezultatele experimentărilor industriale indică posibilitatea creșterii performanțelor benzilor din oțel silicios cu grăunți orientați, fabricate în varianta convențională prin aplicarea diferitelor soluții obținute în cercetare.

Tabelul 3

Rezultatele obținute pe banda procesată în condiții industriale în diferite variante tehnologice

Table 3

Results obtained in the case of processed strip in industrial conditions for various technological methods

VARIANTA	$P_{W15/50}$ W/kg	$P_{W17/50}$ W/kg	μ_{10}
Referință	0,92	1,42	1800
Normalizare la 950°C	0,89	1,38	1806
Normalizare la 950°C Viteza de încălzire la recoacere înaltă, max. 10°C/h	0,83	1,29	1810
Normalizare la 950°C Viteza de încălzire, max. 5°C/h	0,81	1,19	1839
Normalizare la 950°C Viteza de încălzire, max. 10°C/h Microaliat cu Mo + Sb	0,82	1,20	1860
Normalizare la 950°C Viteza de încălzire, max. 10°C/h Microaliat cu Mo + Sb Gradul de reducere, min. 60%	0,80	1,17	1856

Stabilirea ponderii influenței fiecărei soluții asupra îmbunătățirii caracteristicilor magnetice în condiții industriale este dificilă, orice mică variație a parametrilor tehnologici putînd duce la estomparea efectului soluției aplicate. În tabelul 3 și în figura 1 se prezintă caracteristicile magnetice cele mai bune obținute pe benzile fabricate în diferite variante, comparativ cu varianta de referință.

Din aceste rezultate apreciem că ponderea cea mai mare de influență pentru scăderea pierderilor și creșterea inducției magnetice a avut-o reducerea vitezei de încălzire la recoacere înaltă în intervalul 800—1000°C.

Microalierea oțelului cu molibden și stibiu, cuplată cu creșterea gradului de reducere la laminarea a II-a la valori peste 60%, permite obținerea de inducții peste 1850°C specifice calităților HIB.

Sînt în curs de desfășurare experimentările privind influența creșterii conținutului de carbon în oțel și a aplicării degazării în vid a oțelului.

Concluzii

Experimentările industriale privind modificarea tehnologiei de fabricație a benzilor de calitate convențională prin aplicarea soluțiilor rezultate din diferite cercetări au dus la o îmbunătățire substanțială a caracteristicilor magnetice, respectiv la scăderea pierderilor de energie $P_{W17/50}$ de la 1,40 la 1,18 W/kg și la creșterea permeabilității magnetice μ_0 de la 1800 la 1860, respectiv trecerea de la calitățile M5—M6 la calitățile M2—M3.

BIBLIOGRAFIE

[1] Patent S.U.A., nr. 4.517.032/1935; 4.713.123/1987.
[2] Patent S.U.A., nr. 4.579.608/1986; 4.713.123/1987.
[3] Segal, V. M. In: Ciornaia Met, U.R.S.S., nr. 5, 1983, p. 3—18. (99).
[4] Inokuti, Y., Maeda, C., Ito, Y. In: Transactions of I.S.I.J., Japonia, vol. 23, 1983 p. 441—449.
[5] Inokuti, Y., Maeda, C., Ito, Y. In: Transactions of I.S.I.J., Japonia, vol. 24, 1984, p. 655—661.
[6] Inokuti, Y, Maeda, C, Ito, Y. In: Transactions of I.S.I.J., Japonia, vol. 27, 1987, p. 302—310.
[7] Shimizu, Y., Ito, Y, Ida, Y. In: Met. Trans. A, SUA, vol. 17, 1986, p. 1323—1333.
[8] Matsuo, M., Sakai, T., Suga, Y., In: Met. Trans. A., SUA, vol. 17, 1986, p. 1313—1322.
[9] Inokuti, Y., Maeda, C., Ito, Y., In: Transactions of I.S.I.J., Japonia, vol. 25, 1985, p. 223—232.
[10] Yda, I., Ymamato, K. The 7-th International Conference of Texture of Materials, Tokyo, 1982, p. 928.
[11] Patent S.U.A. nr. 4.579.608/1986.
[12] Patent S.U.A. nr. 4.563.226/1986.
[13] Tanino, M., Matsuo, M., The 7-th International Conference of Texture of Materials, Tokyo, 1982, p. 928.
[14] Patent S.U.A. nr. 4.693,762/1987.
[15] Patent S.U.A. nr. 4.702,780/1987.

OPTIMIZAREA PROCESELOR DE FORJARE PRIN SIMULARE PE CALCULATOR

Conf. dr. ing. GH. CHELU
Institutul Politehnic București

CZ :621.73

În cadrul lucrării de față este prezentată optimizarea procesului de forjare a semifabricatelor pătrate sau dreptunghiulare avînd ca scop obținerea productivității maxime. Factorul de bază care dictează mărimea productivității este timpul-mașină exprimat prin numărul loviturilor de ciocan sau cel al curselor de presă, lovituri necesare forjării pînă la un anumit coroiaj. La rîndul său, numărul de lovituri sau de presări depinde de valorile raportului de prindere lo/bo și de gradul unitar de deformare realizat.

Se cunoaște că din punctul de vedere al raportului lo/bo, pe măsura reducerii acestui raport, din cauza intensificării alungirii, coroiajul parțial realizat pe fiecare treaptă de forjare crește și, în consecință, numărul treptelor de forjare pînă la realizarea forjării coroiajului total ar trebui să scadă.

În cazul forjării cu valori mari ale raportului lo/bo, deși numărul de presări sau lovituri necesare forjării fiecărei trepte este mai mic, coroiajul parțial va fi scăzut din cauza lățirii intense și, în consecință, numărul treptelor de forjare necesare realizării coroiajului total va fi mare. Din acest punct de vedere s-ar părea că, o dată cu scăderea raportului lo/bo, se ajunge mai repede de la secțiunea inițială la cea finală a semifabricatului, deci productivitatea ar trebui să crească.

Pe de altă parte, micșorarea exagerată a raportului de prindere lo/bo duce la diminuarea volumului de material prins între scule, adică a porțiunii din semifabricat care se deformează la o lovitură de ciocan sau cursă a presei, micșorîndu-se în mod corespunzător timpul-mașină. Dacă se pun în balanță cele două influențe contradictorii ale modificării raportului lo/bo, rezultă că teoretic va exista un domeniu de valori ale acestui raport pentru care productivitatea este maximă.

În ceea ce privește influența gradului unitar de deformare asupra productivității, se cunoaște faptul că, pe măsura măririi acestuia, crește și productivitatea. La rîndul său, gradul unitar de deformare depinde de forța maximă pe care o poate dezvolta ciocanul sau presa de forjare. În cazul forjării cu forțe apropiate de forța nominală a utilajului (lucru de altfel recomandat, deoarece în aceste condiții utilajul se folosește la întreaga capacitate) se poate spune că gradul unitar de deformare care se poate realiza este dictat tot de raportul de prindere lo/bo. Pe măsura creșterii raportului lo/bo, cresc volumul de material cuprins între nicovale, precum și lățirea, o dată cu aceasta mărindu-se și forța necesară deformării plastice care poate depăși uneori forța nominală dezvoltată de utilaj. În aceste condiții, utilajul de forjare realizează un grad de deformare mai mic față de cel impus, ceea ce duce implicit la micșorarea productivității. Pe baza celor prezentate mai sus se poate aprecia faptul că, în timpul forjării, productivitatea crește o dată cu creșterea gradului unitar de deformare numai pînă la anumite valori ale raportului lo/bo, valori peste care productivitatea scade.

Datorită influenței complexe a celor doi parametri (lo/bo și gradul de deformare unitar) asupra productivității, a fost necesară alcătuirea unui program de simulare pe calculator a forjării, pe baza căruia să se urmărească din aproape în aproape evoluția alungirii și lățirii la fiecare treaptă de forjare și, în funcție de aceasta, să se stabilească numărul de presări sau lovituri necesare forjării pînă la un anumit coroiaj.

Parametrii tehnologici luați în considerare pentru simularea forjării, adică parametrii de intrare, au fost : dimensiunile inițiale ale semifabricatului (înălțime, lățime, lungime), coroiajul, compoziția chimică a oțelului care este supus forjării, forța presei sau energia de lovire a ciocanului de forjare, raportul lo/bo și gradul unitar de deformare. De menționat este faptul că, spre deosebire de ceilalți parametri de intrare ale căror valori pot fi introduse de la claviatura calculatorului, valorile gradului unitar de deformare și cele ale raportului de prindere sînt preluate automat în calcul, avînd următoarele valori :

— gradul unitar de deformare în limitele 2 și 30%, cu un pas de variație de 2% ;

— raportul de prindere lo/bo, în limitele 0,4 și 3, cu un pas de variație de 0,2.

În aceste condiţii, se creează posibilitatea ca, pentru un set de valori ale parametrilor introduşi de la claviatură, să poată fi simulată forjarea semifabricatului în 250 de variante. Aceste variante provin din combinarea celor 15 valori ale gradului unitar de deformare cu cele 14 valori ale raportului de prindere.

Pe parcursul unei variante de forjare, adică forjarea lingoului sau semifabricatului cu dimensiunile date, pînă la coroiajul dorit, nu se modifică valorile gradului unitar de deformare impus la începutul variantei respective şi nici valorile raportului de prindere lo/bo. Pentru fiecare variantă de forjare, cu ajutorul programului se poate calcula numărul necesar de presări sau lovituri, iar în final, pe baza comparaţiei celor 250 de variante, pot fi stabilite valoarea raportului de prindere lo/bo şi valoarea gradului unitar de deformare pentru care, în condiţiile date, numărul de presări sau de lovituri este minim.

Rularea programului începe cu calcularea rezistenţei medii la deformarea plastică a oţelului, în intervalul de temperaturi cuprins între 800 şi 1200°C. Acest parametru va fi folosit în continuare pentru stabilirea forţei sau energiei necesare deformării plastice. Calculul rezistenţei la deformarea plastică are la bază compoziţia chimică a oţelului, gradul unitar de deformare, viteza de deformaţie şi temperatura de forjare. Relaţiile de calcul al rezistenţei la deformare, în funcţie de aceşti parametri, sînt prezentate pe larg în lucrarea [1]. Valoarea medie a rezistenţei la deformare este obţinută prin integrarea numerică în intervalul de temperaturi cuprins între 800 şi 1200°C. Se poate adopta şi varianta în care forţa sau energia de lovire să fie calculată cu ajutorul rezistenţei la deformare corespunzătoare temperaturii efective la care are loc deformarea plastică. S-a adoptat însă varianta utilizării unei valori medii a rezistenţei la deformare pe întreg intervalul de temperaturi în care are loc forjarea, deoarece nu poate fi stabilită cu o precizie corespunzătoare viteza de răcire a semifabricatului în timpul forjării (fig. 1).

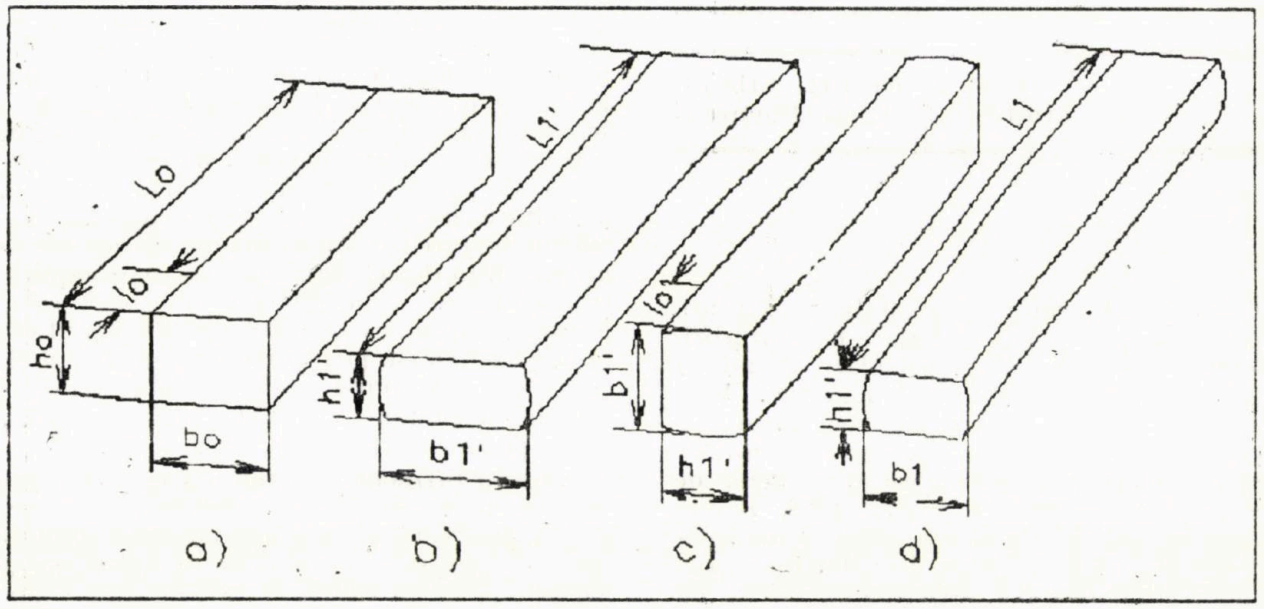


Fig. 1. Forma şi dimensiunile semifabricatului în timpul forjării între scule plane: *a* — forma iniţială; *b* — forma după prima semitrecere; *c* — semifabricatul din poziţia *b* după întoarcerea pe cant; *d* — semifabricatul după a doua semitrecere

Fig. 1. Semi-product shape and size during forging between plane tools: a — initial shape; b — shape after first semi-pass; c — semi-product in b position after return on edge; d — semi-product after second semi-pass

Conform figurii 1, forjarea începe pe o latură, pe toată lungimea semifabricatului, de la înălţimea ho la înălţimea hl', această forjare reprezentînd prima semitrecere. Înălţimea hl' s-a calculat pe baza gradului unitar de deformare impus (una din cele 15 valori date). Există însă posibilitatea ca, din cauza valorilor ridicate ale rezistenţei la deformare a materialului sau a raportului de prindere lo/bo prea mare, utilajul de forjare să nu poată realiza gradul unitar de deformare impus. În acest caz, forjarea pe o latură se face cu gradul de deformare posibil de realizat de către utilaj. Rezultă că forjarea pe o latură se reia de mai multe ori cu gradele de deformare realizate de utilaj,

ultimul grad de deformare, pînă se ajunge la înălțimea hl', fiind evident mai mic sau egal cu cel realizat de utilaj.

Alungirea și lățirea semifabricatului în timpul deformării plastice au fost calculate în funcție de valorile gradului unitar de deformare plastică realizat și de raportul lo/bo, pe baza relațiilor de calcul și nomogramelor prezentate în lucrările [2] și [3].

După întoarcerea pe cant, în cadrul celei de-a doua semitrepte, deformarea plastică se realizează de la înălțimea bl' (lățimea semifabricatului după prima semitrecere, care acum a devenit înălțime) pînă la înălțimea hl'. După cum se poate deduce din cele prezentate mai sus, gradul de deformare realizat este mai mare decît gradul unitar de deformare impus. Diferența dintre cele două grade de deformare va fi cu atît mai mare cu cît lățirea semifabricatului la prima semitreaptă este mai mare, adică cu cît raportul lo/bo și gradul de deformare realizat sînt mai mari. Lungimea de prindere la a doua semitreaptă este egală cu cea de la prima semitreaptă.

La această semitreaptă se păstrează metodologia descrisă pentru prima semitreaptă în cazul în care utilajul nu poate realiza gradul de deformare impus.

Pentru fiecare din cele două semitrepte se calculează numărul necesar de presări sau lovituri, în funcție de lungimea de prindere și de lungimea totală a semifabricatului, rezultată în urma forjării. La sfîrșitul primei trepte de forjare, compusă din cele două semitrepte, rezultă un semifabricat cu înălțimea hl (care este identică cu hl'), lățimea bl și lungimea Ll. După întoarcerea pe cant în vederea forjării în continuare, lățimea bl devine înălțimea ho, înălțimea hl devine lățimea bo.

Ciclul de forjare se reia după metoda descrisă mai sus, iar gradul unitar de deformare impus se calculează considerînd ca înălțime inițială valoarea hl obținută după prima treaptă, adică înainte de întoarcerea pe cant în vederea realizării celei de-a doua trepte, și nu înălțimea dată de ho (fostă bl). De aici rezultă că gradul unitar de deformare realizat la începutul celei de-a doua trepte de forjare, precum și la începutul următoarelor trepte, este mai mare decît cel impus în cadrul variantei respective.

Se poate spune, deci, că — în cadrul unei variante de forjare — gradul unitar de deformare realizat este egal cu cel impus numai la începutul forjării (prima semitreaptă), dar și în acest caz numai dacă mărimea utilajului permite realizarea lui. În rest, pe parcursul forjării, gradul unitar de deformare realizat poate fi mai mare decît valoarea impusă, diferența dintre cele două fiind dictată de intensitatea lățirii, sau mai mică dacă utilajul de forjare este subdimensionat.

Forjarea se consideră terminată atunci cînd secțiunea transversală a semifabricatului s-a micșorat pînă la o secțiune pătrată egală cu valoarea impusă de coroiaj. Deoarece lățirea în timpul forjării, conform schemei de forjare prezentate, nu poate fi anulată, rezultă că o secțiune perfect pătrată s-ar obține teoretic după un număr infinit de treceri. Pentru o apropiere de valorile practice, s-a considerat că forjarea se termină atunci cînd s-a atins coroiajul impus și cînd diferența dintre laturile secțiunii transversale pătrate este mai mică sau egală cu 5%.

Pentru ilustrare, în figurile 2—4 sînt prezentate diagramele de variație a numărului de presări, în funcție de raportul de prindere lo/bo, pentru patru valori ale gradului unitar de deformare, și anume curbele: *a* pentru 4%, *b* pentru 8%, *c* pentru 12% și *d* pentru 16%. Aceste diagrame au fost obținute în urma simulării pe calculator a forjării unui semifabricat cu dimensiunile 400 × 400 × × 2000 mm, din oțelul OLC 45, pînă la coroiajul *3*, pe prese hidraulice de diferite mărimi. Diagramele din figura 2 s-au realizat prin simularea forjării pe o presă de 6000 tf, cele din figura 3 pe o presă de 2500 tf, iar diagramele din figura 4 prin simularea forjării pe o presă de 1600 tf.

În primul caz, presa de 6000 tf a fost aleasă exagerat de mare, astfel încît să poată fi realizat gradul unitar de deformare impus, indiferent de condițiile de prindere. Din examinarea curbelor din figura 2, se observă că, indiferent de gradul unitar de deformare, numărul de presări necesare forjării semifabricatului pînă la coroiajul *3* scade continuu pe măsura creșterii raportului de prindere $Rp = lo/bo$. Pentru gradul unitar de deformare de 4% (curba *a*), scăderea numărului de presări este pronunțată pînă la raporturi de prindere de 1,2—1,4, valori peste care această scădere este mai lentă. În cazul utilizării gradelor unitare de deformare de 8, 12 și 16% (curbele *b*, *c* și *d*), micșorarea numărului de presări este pronunțată numai pînă la raportul de prindere de 1. Peste această valoare a raportului de prindere, scăderea numărului de presări este nesemnificativă. Scăderea numărului de presări pe măsura creșterii raportului de prindere, indiferent de gradul unitar de deformare, pune în evidență faptul că majorarea volumului de material cuprins între nicovale, care la rîndul său duce la micșorarea numărului de presări, are o influență mai puternică decît lățirea din timpul forjării, care duce la mărirea numărului de presări. Cu alte cuvinte, pe măsura creșterii lungimii de prindere, efectul de creștere a numărului de presări din cauza intensificării lățirii (care are drept consecință creșterea numărului de trepte de forjare pînă la realizarea coroiajului impus) este mai mic

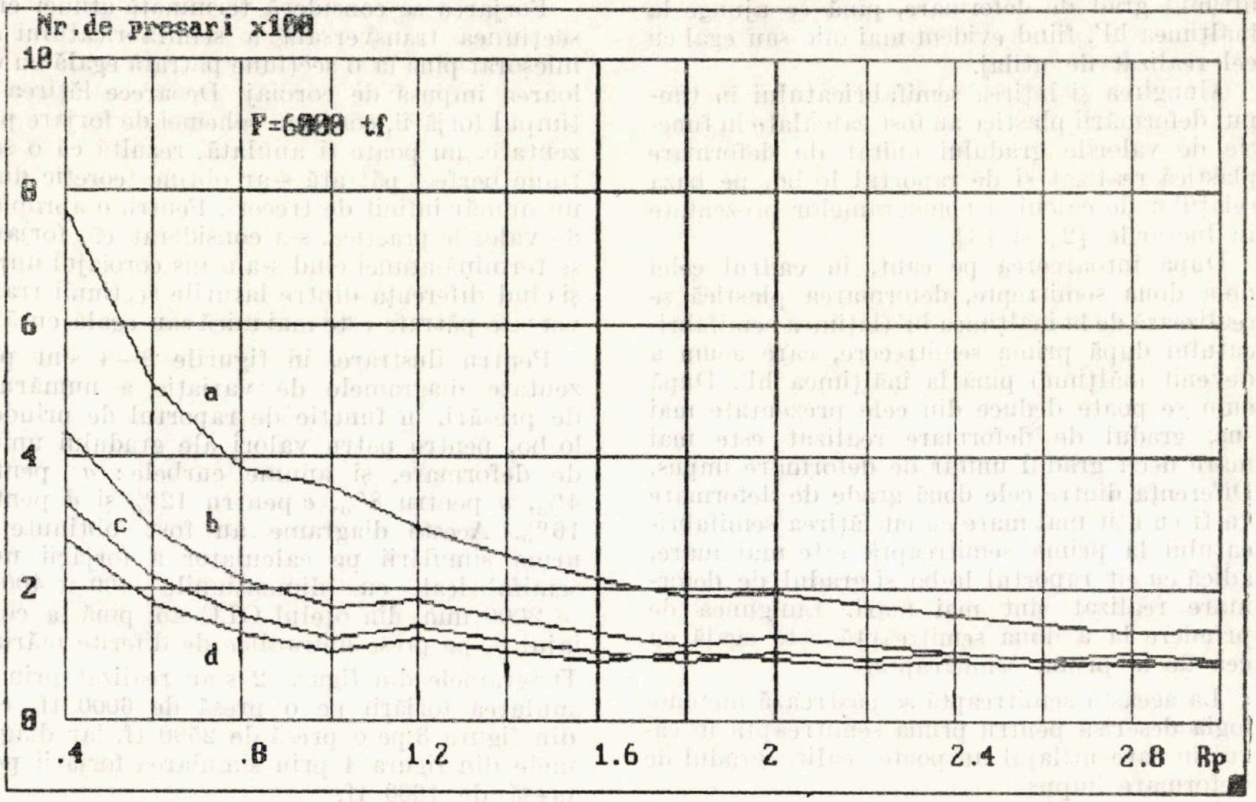


Fig. 2. Variația numărului de presări, în funcție de raportul de prindere pentru următoarele valori ale gradului unitar de deformare: a — 4%; b — 8%; c — 12%; d — 16%; forța presei de forjare: 6000 tf

Fig. 2. Variation of forging steps depending on the clamp ratio for the following values of the unit degree of deformation: a — 4%; b — 8%; c — 12%; d — 16%; f — forging press force = 6000 tf

decît efectul de micșorare a numărului de presări datorat majorării volumului de material cuprins între nicovale la o singură presare.

Pe de altă parte, din figura 2 se observă că, la aceeași valoare a raportului de prindere, numărul de presări scade pe măsura creșterii gradului unitar de deformare de la 4 la 16%. Astfel, pentru $Rp = 0{,}8$, la o creștere a gradului unitar de deformare de la 4 la 8%, numărul de presări a scăzut de la 39 la 220 (170 presări), pe cînd la o creștere a gradului unitar de deformare de la 12 la 16% numărul de presări a scăzut de la 175 la 135 (40 presări). Se observă, de asemenea, că, pe măsura creșterii gradului unitar de deformare, influența acestuia asupra numărului de presări devine din ce în ce mai mică. Efectuînd rulări ale programului cu valori ale gradului unitar de deformare și peste 16% (pînă la 30%), s-a observat că influența lui asupra numărului de presări se micșorează în continuare, devenind nesemnificativă la valori peste 16—18%. Din acest punct de vedere se poate spune că mărirea gradului unitar de deformare peste 16%, în intenția de a mări productivitatea la forjarea între scule plane, nu este justificată.

Analizînd pe ansamblu rezultatele prezentate în figura 2, se poate trage concluzia că, pentru mărirea productivității, forjarea trebuie executată cu raporturi de prindere cît mai mari și cu grade unitare de deformare în jur de 16—18%. Este de semnalat însă faptul că la analiza diagramelor trebuie să se țină seamă de pericolul de apariție a defectelor interne la forjare (crăpături pe direcția diagonalelor) în cazul creșterii exagerate a raportului de prindere. Se cunoaște faptul că, pe măsura intensificării lățirii, pe lîngă avantajul creșterii gradului real de deformare, crește și pericolul de fisurare datorită tensiunilor de forfecare care iau naștere pe direcția diagonalelor. Acest pericol este cu atît mai mare cu cît materialul care este supus forjării are o plasticitate mai scăzută în intervalul temperaturilor de deformare la cald.

Se observă că, pe de o parte, raportul de prindere trebuie să fie cît mai mare pentru a avea productivitatea maximă, iar pe de altă parte, acesta trebuie micșorat, în funcție de plasticitatea materialului supus forjării, pentru micșorarea pericolului de fisurare. Ținînd seamă și de acest lucru, rezultă că raportul de prindere

optim trebuie ales la valoarea minimă peste care numărul de presări nu mai scade sensibil. În cazul de față se poate aprecia că productivitatea maximă poate fi obținută pentru Rp cuprins între 1,2 și 1,4 dacă se folosește gradul unitar de deformare de 4% și pentru $Rp \doteq 1$ dacă gradul unitar de deformare este peste 8%.

În figura 3 sînt prezentate graficele de variație a numărului de presări, în funcție de raportul de prindere, pentru același semifabricat și aceleași grade unitare de deformare ca în cazul precedent, singura deosebire fiind mărimea utilajului. De această dată a fost aleasă o presă hidraulică de forjare de 2500 tf.

Astfel, dacă la gradul de deformare de 4% numărul de presări începe să crească de la raportul de prindere de 2,2, la gradul de deformare de 16% numărul de presări crește pornind de la raportul de prindere de 1,6. Fenomenul se explică prin aceea că, peste aceste valori ale raporului de prindere și ale gradului unitar de deformare impus, forța utilajului devine insuficientă și în consecință forjarea se efectuează cu gradul unitar realizat de utilaj, care este mai mic decît cel impus.

Pentru a pune mai bine în evidență influența mărimii utilajului asupra productivității la forjare, în figura 4 sînt prezentate rezultatele ob-

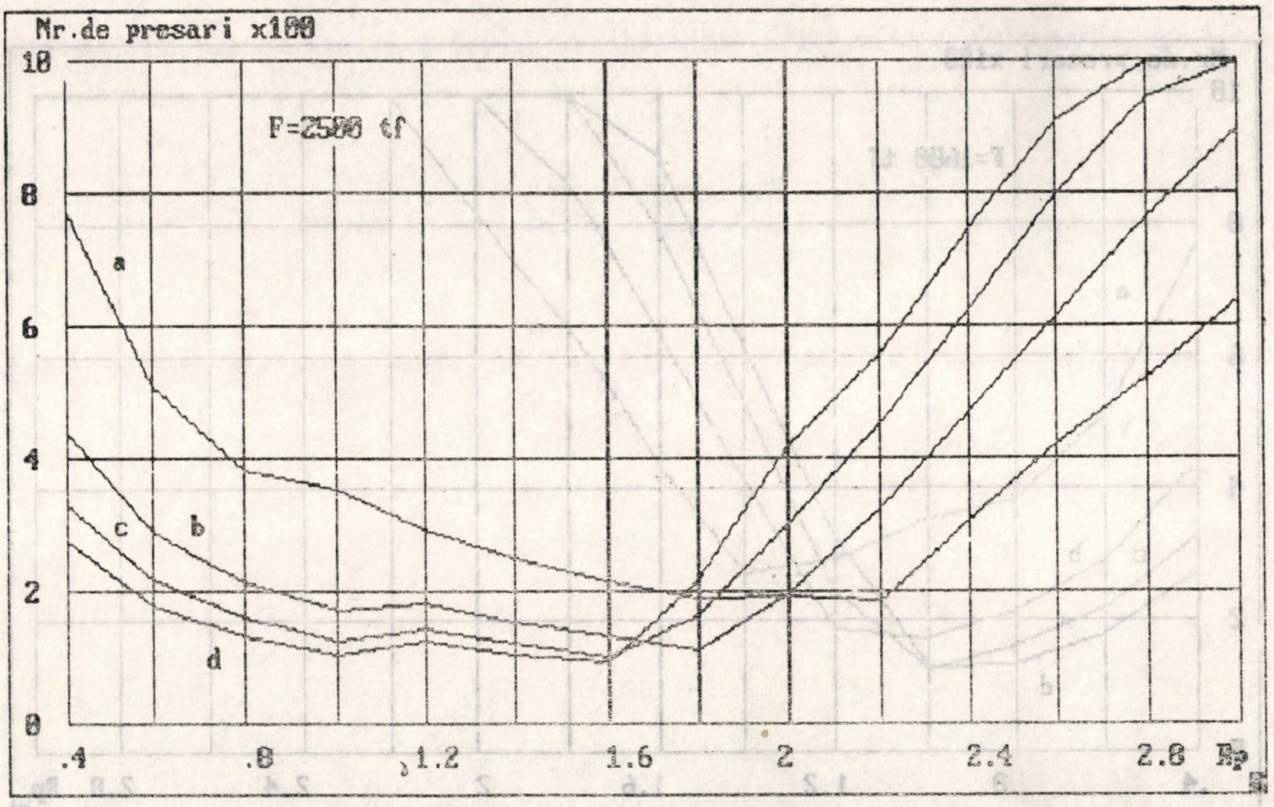


Fig. 3. Variația numărului de presări, în funcție de raportul de prindere pentru următoarele valori ale gradului unitar de deformare: a — 4%; b — 8%; c — 12%; d — 16%; forța presei de forjare: 2500 tf

Fig. 3. Variation of forging steps depending on the clamp ratio for the following values of the unit degree of deformation: a — 4%; b — 8%; c — 12%; d — 16%; f — forging press force = 2500 t

Din figura 3 se observă că evoluția numărului de presări rămîne ca cea din figura 2 pînă la anumite valori ale raportului de prindere, valori peste care numărul de presări crește foarte mult. Limitele acestor valori ale raportului de prindere depind de gradul unitar de deformare impus.

Cu cît gradul unitar de deformare impus este mai mare, cu atît valoarea raportului de prindere de la care numărul de presări începe să crească se deplasează spre valori mai mici.

ținute în urma simulării forjării pe o presă hidraulică de 1600 tf. Se observă că valorile raportului de prindere de la care numărul de presări începe să crească sînt deplasate spre stînga față de cele obținute în cazul forjării pe presa de 2500 tf (fig. 3 și 4). De asemenea, se observă că intervalul în care se încadrează aceste valori minime ale numărului de presări este mai îngust. Astfel, dacă la forjarea pe presa de 2500 tf numărul minim de presări se află în intervalul de valori ale raportului de

prindere cuprins între 1,6 și 2,2, la forjarea pe presa de 1600 tf acest interval s-a deplasat între valorile 1 și 1,4, micșorîndu-se totodată cu 0,2. Micșorarea intervalului arată că, dacă se utilizează pentru forjare utilaje cu forțe din ce în ce mai mici (utilaje subdimensionate), în aceeași măsură se micșorează și influența gradului unitar de deformare impus. Acest lucru este explicabil deoarece prin micșorarea forței presei se micșorează foarte mult gradul unitar de deformare realizabil de către utilaj, astfel încît pe parcursul întregului ciclu de forjare nu se atinge niciodată gradul unitar de deformare impus.

prinse între 1 și 1,6, în funcție de gradul unitar de deformare, valori peste care productivitatea are o creștere neînsemnată.

— Din punct de vedere al gradului unitar de deformare se poate aprecia că productivitatea crește substanțial o dată cu creșterea gradului unitar de deformare numai pînă la valori ale acestuia cuprinse între 16 și 18%. La valori mai ridicate ale gradului unitar de deformare productivitatea crește puțin sau chiar scade.

— O influență deosebit de mare asupra productivității o are mărirea utilajului de forjare. Forța de presare sau energia de lovire în cazul folosirii ciocanelor acționează, de fapt, im-

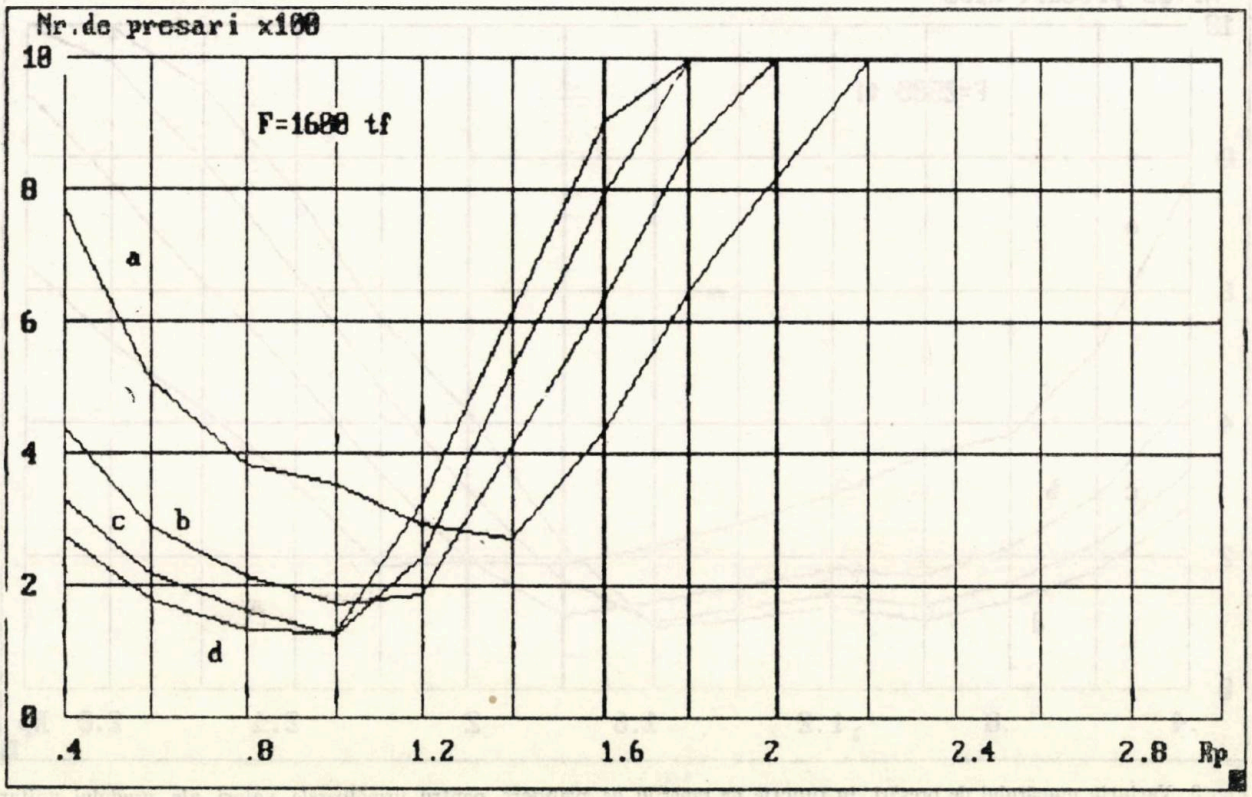


Fig. 4. Variația numărului de presări, în funcție de raportul de prindere pentru următoarele valori ale gradului unitar de deformare: a — 4%; b — 8%; c — 12%; d — 16%; forța presei: 1600 tf

Fig. 4. Variation of forging steps depending on the clamp ratio for the following values of the unit degree of deformation: a — 4%; b — 8%; c — 12%; d — 16%; f — forging press force = 1600 tf

Din analiza rezultatelor obținute în urma rulării programului și pentru alte condiții de forjare decît cele prezentate, au putut fi desprinse o serie de concluzii generale:

— Din punct de vedere al raportului de prindere, productivitatea crește continuu pe măsura creșterii raportului de prindere. Creșterile însemnate de productivitate se produc pînă la valori ale raportului de prindere cu-

preună cu raportul de prindere asupra realizării sau nerealizării gradului unitar de deformare, care la rîndul său acționează asupra productivității.

Nu se pot stabili o valoare optimă pentru raportul de prindere și una pentru gradul unitar de deformare, care să fie general valabile pentru realizarea productivității maxime. Valorile optime pentru cei doi parametri se stabilesc în

funcţie de condiţiile concrete de lucru, care sînt : mărimea utilajului avut la dispoziţie, compoziţia chimică a materialului supus forjării, dimensiunile lingoului sau semifabricatului, intervalul temperaturilor de deformare la cald.

O categorie aparte o constituie oţelurile aliate de scule cum ar fi oţelurile ledeburitice, care au o plasticitate foarte scăzută în intervalul temperaturilor de deformare plastică la cald, mai ales în stare turnată. Pentru înlăturarea pericolului de fisurare, de obicei se recomandă ca forjarea lingourilor din aceste oţeluri să fie făcută cu raportul de prindere în limitele 0,6—0,7 şi gradul de deformare unitar de maximum 4—6%. Punînd în balanţă şi evoluţia productivităţii rezultată în urma simulării pe calculator, se poate aprecia că, în cazul acestei categorii de oţeluri, forjarea lingourilor trebuie făcută cu raportul de prindere în limitele 0,6—0,7 şi grade de deformare de maximum 4—6%, numai pînă la coroiajul de 1,5. Peste această valoare a coroiajului, atunci cînd reţeaua de carburi primare a fost distrusă, forjarea poate fi continuată cu raportul de prindere şi cu gradul de deformare corespunzătoare obţinerii productivităţii maxime.

Programul de simulare a forjării prezentat, pe lîngă evaluarea rapidă (în cîteva minute) a valorilor optime ale gradului unitar de deformare şi ale raportului de prindere în vederea realizării productivităţii maxime, oferă o serie de informaţii privind interdependenţa parametrilor care intervin în timpul forjării. În acest context, pot fi analizate alungirea şi lăţirea în funcţie de gradul de deformare şi de lungimea de prindere sau poate fi stabilită valoarea optimă a forţei de presare sau a energiei de lovire a ciocanului pentru realizarea productivităţii maxime, în cazul în care forjarea se execută cu valori prestabilite pentru gradul unitar de deformare şi pentru raportul de prindere.

BIBLIOGRAFIE

[1] Andreiuk, L. V. ş.a. *Analiticeskaia zavisimosti-soprotivlenia deformcţii stalei i splavov ot himiceskovo sostava.* In: Procatnoe proizvodstvo, U.R.S.S., nr. 2, 1971.

[2] Popescu, I. V. ş.a. *Studii şi cercetări cu privire la stabilirea raportului dintre alungire şi lăţime la întinderea prin forjare.* In: Metalurgia, România, nr. 3, 1981

[3] Tomlinson, A. ş.a. *Spread and alongation in fla tool forging.* In: Journal of the and Iron Steel Institute octombrie, 1959.

CERCETĂRI PRIVIND SINTERIZAREA ALAMELOR DIN PULBERI DE CUPRU ȘI ZINC

Prof. dr. ing. Șt. DOMȘA
Institutul PolitehnicCluj-Napoca
Prof. dr. ing. W. KAYSSER
Max Planck Institut
für Werkstoffwissenschaften Stuttgart

CZ :621.762.5

Dificultatea obținerii pieselor din alame sinterizate din amestecuri mecanice de pulberi de cupru și zinc este larg acceptată [1]. Ea se datorează tendinței mari de vaporizare a zincului ($T_{top.}$ = 419,6°C) la temperaturile necesare sinterizării. Ca urmare, nici literatura mondială de specialitate [2] nu relevă elaborarea, pe această cale, a unor alame sinterizate. Apar unele date referitoare însă la produse sinterizate din pulberi de alamă prealiate.

Pornind de la aceste constatări, am abordat totuși studiul posibilităților de obținere a unor alame din amestecuri mecanice de pulberi [3], datorită costului evident mai scăzut, cu pînă la 20—25%, al unor astfel de materiale cu multiple aplicații.

Au fost utilizate pulberile indicate în tabelul 1, supuse inițial unei reduceri în atmosferă de hidrogen, realizîndu-se apoi din ele amestecuri cu compoziția 80%Cu + 20%Zn. Acestea au fost omogenizate timp de 30 min într-un omogenizator tip cilindru înclinat rotativ.

Fig. 1. Concentrația soluției solide α în alama sinterizată la 650°C timp de 2,5 min; punctul *1*: Cu = 65,1%, Zn = = 34,9%; punctul *2*: Cu = 77,35%, Zn = 22,65%; punctul *3*: Cu = 90,29%, Zn = 9,71%

Fig. 1. α solid solution concentration in sintered brass at 650°C for 2.5 min; item 1 : Cu = 65.1%; Zn = 34.9%; item 2: Cu = 77.35%; Zn = 22.65%; item 3: Cu = = 90.29%, Zn = 9.71%

Compactizarea (atît monoaxială cît și izostatică) a probelor s-a făcut sub presiuni de 312 și 625 MPa.

Pulberile presate au fost sinterizate într-un cuptor tubular la temperatura de 650±2°C, timp de 2,5, 15 și 40 min, în atmosferă de argon de înaltă puritate (presiune 0,8 bari) și în prezența carbonului (nacelă specială din grafit). În aceste condiții de sinterizare, considerate corespunzătoare, au fost împiedicate cu desăvîrșire oxidarea și pierderea de zinc; după sinterizare, pierderile maxime de greutate determinate au fost sub 0,06%.

Tabelul 1

Caracteristicile tehnologice ale pulberilor utilizate

Table 1

Technological characteristics of the powders used

Pulberea	Tipul	Granulația, μm			Suprafața specifică, cm^2/g	Densitatea aparentă, g/cm^3
		+63	63—45	—45		
Cu	dendritică		> 98		1100—1250	1,5—1,7
Cu	sferică	⩽ 5	20—30	rest	325	4,7
Zn	neregulată	⩽ 5	30—40	rest	—	3

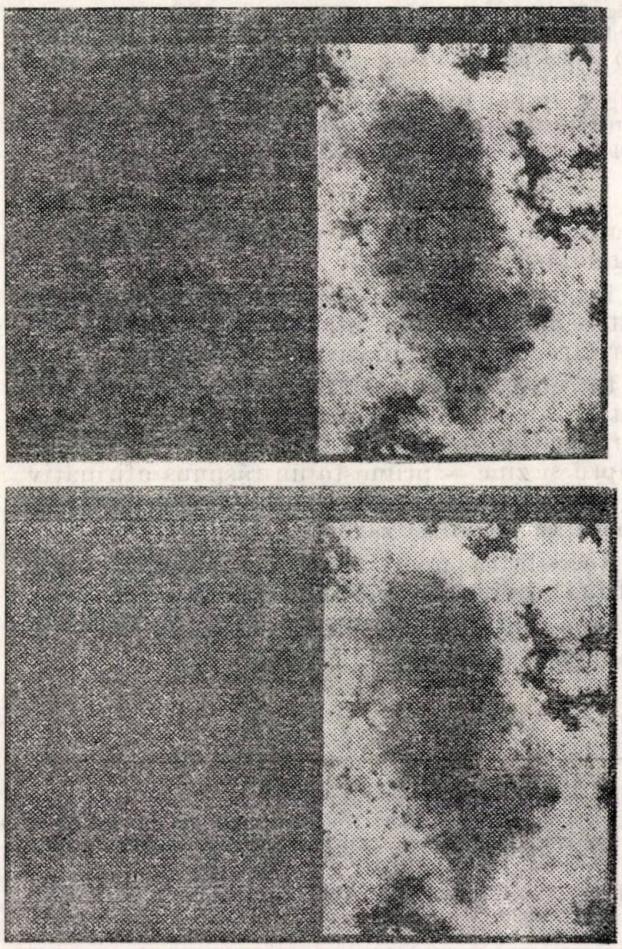
Tabelul 2

Caracteristicile în stare presată şi sinterizată ale alamelor elaborate

Table 2

As pressed and sintered brass properties

Amestecul de pulberi, %	Presare				Sinterizare				Modificări	
	p, MPa	ρp med, g/cm³	C_p, %	P_p, %	τ, min	ρ_s, g/cm³	C_s, %	P_s, %	$\Delta\rho = \rho_{p3} - \rho_s$, g/cm³	micşorarea compactităţii, — ΔC, %; creşterea porozităţii, + ΔP, %
$80Cu_{dend.}$ + 20Zn	312	7,35	85,8	14,2	2,5	6,90	80,5	19,5	−0,45	5,3
					15	6,89	80,4	19,6	−0,47	5,4
					40	6,86	80,1	19,9	−0,49	5,7
	625	8,08	94,3	5,7	2,5	7,60	88,7	11,3	−0,48	5,6
					15	7,45	87,0	13,0	−0,62	7,3
					40	7,53	87,9	12,1	−0,56	6,4
$80Cu_{sfer.}$ + 20Zn	312	7,41	86,5	13,5	2,5	6,75	78,8	21,2	−0,65	7,7
					15	6,76	78,9	21,1	−0,66	7,6
					40	6,66	77,7	22,3	−0,75	8,8
	625	8,05	94,0	6,0	2,5	7,19	83,9	16,1	−0,98	10,1
					15	7,17	83,7	16,3	−0,89	10,3
					40	7,07	82,5	17,5	−0,86	11,5



b)

a)

Fig. 2. Distribuţia (difuzia) zincului în cupru (*a*) şi a cuprului în zinc (*b*) în alama sinterizată timp de 2,5 min

Fig. 2. Zn diffusion in copper (a) and Cu diffusion in zinc (b) in case of sintered brass for 2.5 min

Astfel, au fost obţinute alame sinterizate avînd compactităţi de 78—88%, în funcţie de compactitatea după presare şi de tipul pulberii de cupru.

Ele se caracterizează prin :

— Micşorarea compactităţii (creşterea porozităţii) după sinterizare faţă de starea presată (tab. 2), ca urmare a „umflării" probelor, mai pregnant în cazul alamelor elaborate pe baza pulberii sferice de cupru şi în măsură mai mare (îndeosebi la acestea din urmă) la creşterea presiunii de compactizare şi duratei sinterizării.

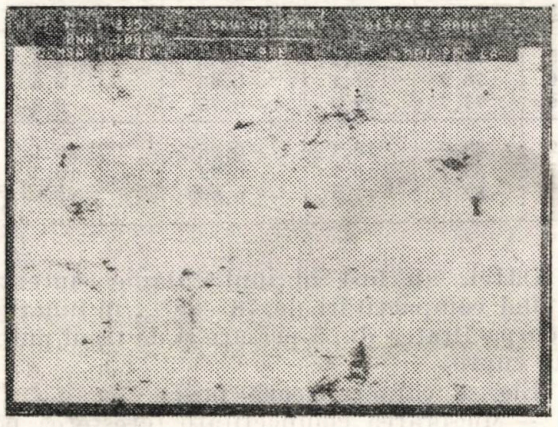
Explicaţia acestui fenomen constă, pe de o parte, în efectul de pană, de expandare, al fazei lichide (zincul) asupra granulelor de cupru, cu atît mai accentuat cu cît porozitatea presatului este mai mică. Pe de altă parte, prin dizolvarea zincului în cupru se formează soluţie solidă α cu volum specific mai mare decît al cuprului. Acest inconvenient al umflării poate fi însă înlăturat tehnologic prin dublă presare.

— Studiul metalografic al alamelor elaborate, realizat cu ajutorul microscopiei electronice REM (Raster Electron Microscopy), a permis analiza elementară, respectiv determinarea cantitativă a concentraţiei componenţilor în materialele sinterizate. În microstructură s-a observat numai soluţia solidă α, neomogenă, mai ales în probele sinterizate pe durate scurte. După durata de sinterizare de 2,5 min, concentraţia elementelor în diferitele zone ale structurii variază pentru cupru între 65 şi 90%, iar pentru zinc între 35 şi 10% (fig. 1).

O asemenea durată scurtă de sinterizare a permis evidenţierea distribuţiei iniţiale, respectiv a difuziei reciproce, diferite, a celor doi

a)

b)



c)

Fig. 3. Microstructura (neatacată) a alamelor 80Cu—20Zn sinterizate din pulbere dendritică de cupru timp de 2,5 min (*a*) și din pulbere sferică de cupru timp de 2,5 min (*b*) și respectiv 40 min (*c*)

Fig. 3. Microstructure (unetched) of 80Cu—20Zn brass sintered from copper dendritic powder for 2.5 min (a) and from copper spherical powder for 2.5 and 40 min, respectively (c)

componenți. Apare surprinzător faptul că la începutul sinterizării cuprul reacționează cu zincul mai puternic decît invers, prezentînd o distribuție omogenă (fig. 2).

Faptul că zincul difuzează mai lent în cupru este susținut de valoarea mai mică a coeficientului de difuzie : $\sim 10^{-14}$ cm²/s, față de cel al cuprului în zinc, $\sim 10^{-9}$ cm²/s (la 420°C) [4].

— Soluția solidă α este „mai" omogenă în cazul sinterizatelor din pulbere dendritică de cupru decît în cazul celei sferice (fig. 3), fapt explicabil prin diferența substanțială de suprafață specifică între cele două pulberi. De asemenea, o dată cu mărirea duratei de sinterizare crește sensibil omogenitatea soluției solide α, fenomen în corelație deplină cu micșorarea constatată a compactității pe seama creșterii volumului sinterizatelor.

Pentru sinterizarea corespunzătoare a unor astfel de alame este suficientă o durată de sinterizare de aproximativ 40—45 minute.

Întrebarea care a declanșat aceste prime cercetări — posibilitatea elaborării de alame sinterizate din amestecuri mecanice de pulberi de cupru și zinc — primește un răspuns afirmativ în condiția asigurării celorlalți parametri ai operației de sinterizare.

Necesitatea unor astfel de materiale, mai ieftine decît alamele din pulberi prealiate, se face simțită și considerăm că ea va crește în condițiile economiei de piață.

BIBLIOGRAFIE

[1] Schatt, W. *Pulvermetallurgie Sinter und Verbundwerkstoffe*. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1977, p. 257—259.

[2] * * * METADEX — Datenbank : Metals Abstract, 1966—1990, Karlsruhe.

[3] Domșa, S. *Alame sinterizate din pulberi de cupru și zinc*. Comunicare „Zilele Academice Clujene", Cluj-Napoca, 1990.

[4] * * * Diffusion and Defect Date Handbook. MPI Stuttgart, 1990.

UTILIZAREA FONTEI NODULARE DREPT FONTĂ REZISTENTĂ LA UZURĂ ȘI LA ȘOC

Dr. ing. ECATERINA SZÖCS
Ing. ec. ȘT. SZÖCS
Chim. FELICIA GIURGEA
Ing. V. POP
Ing. M. VLAD
COMBINATUL DE UTILAJ GREU
CLUJ-NAPOCA

CZ :669.131.7

Cerințele de a produce subansambluri tot mai durabile, rezistente la uzură și la șoc, au dat un impuls în diversificarea mărcilor de fontă și oțel corespunzătoare confecționării acestor piese. Fontele albe înalt aliate au intrat cu succes în fabricarea pieselor supuse uzurii prin frecare și șocuri.

Atît rezilienta acestor fonte de ordinul 5—8 J/cm², insuficientă obținerii pieselor supuse solicitărilor dinamice mari, cît și duritatea lor mare din turnare, de 40—50 *HRC*, le conferă o prelucrabilitate limitată.

Materialul adecvat obținerii arborilor cotiți, axelor cu came, roților pentru lanț, cuțitelor de plug, ciocanelor etc. trebuie să fie mai ușor prelucrabil, dar rezistent la uzură prin frecare, rezistent la oboseală și la șocuri dinamice.

Fonta cu grafit nodular, fiind marca de fontă de tenacitatea cea mai ridicată, prin aliere și tratament termic adecvat ar putea să satisfacă cerințele de mai sus.

Scopul acestei lucrări este stabilirea mărcii de fontă necesară fabricării ciocanelor de măcinat cărbune, calcar etc. și a tratamentului termic adecvat creșterii anduranței în exploatare a acestora. Materialul din care aceste piese se fabricau curent era OT 600 și OL 50 1K.

Cercetări experimentale

Elaborarea fontei s-a făcut în cuptor cu inducție de 6,3 t, din fontă de înaltă puritate și feroaliaje SiCaMg și FeSi 75, FeCr, FeMo, Ni, Cu.

Tabelul 1 cuprinde compoziția chimică a șarjelor încercate, iar tabelul 2—caracteristicile mecanice ale acestora.

Tabelul 1

Compoziția chimică a fontelor, %

Table 1

Cast iron chemical composition, %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Mg	Ca
3,40	2,10	0,62	0,027	0,030	0,58	1,94	0,25	—	0,05	0,02
3,50	2,35	0,89	0,025	0,029	0,32	1,34	0,21	0,1	0,06	0,03
3,35	2,58	1,26	0,029	0,030	0,35	1,64	0,42	—	0,05	0,02

Tabelul 2

Caracteristicile mecanice ale fontelor după turnare în amestec uscat

Table 2

Cast iron mechanical properties after dry sand casting

Rezistența la tracțiune, daN/mm²	Alungirea, %	Limita de curgere, daN/mm²	Gîtuirea, %	Reziliența, J/cm²	Duritatea, *HB*
682	2,4	557	—	5	207
497	1,4	447	—	5	207
643	1,0	—	—	3	241

Rezultate bune au fost obținute în înlocuirea ciocanelor de măcinat cărbune din OT-600 cu ciocane din fontă cu grafit nodular. Pe lîngă schimbarea materialului s-a trecut și la modificarea constructivă a pieselor, pentru mărirea durabilității lor. Li s-a aplicat pieselor și o crustă dură, prin turnarea lor parțială în cochilă metalică. Astfel, durata de folosire s-a mărit de două—trei ori, fără să prezinte pericol de spargere prin scăderea rezilienței de la 25 J/cm² la OT 600 la 8 J/cm² la fonta cu grafit nodular aliată și tratată termic (tab. 1).

Ciocanele de măcinat calcar utilizate în România se confecționează din OL 50.1K, cu caracteristicile mecanice cuprinse în tabelul 3.

Tabelul 4 prezintă atît tehnologia de tratament termic aplicată la fonta nr. 2 din tabelele 1 și 2, cît și caracteristicile mecanice obținute.

Tabelul 3

Caracteristicile mecanice ale oțelului

Table 3

Steel mechanical properties

Materialul	Rezistența la rupere, N/mm^2	Limita de curgere, N/mm^2	Alungirea, %	Reziliența, KCU_2, J/cm^2	Duritatea, *HB*
OT 600	590	340	12	25	169
OL 50 1K	610	270	21	59	—

Tabelul 4

Încercări de tratament termic

Table 4

Heat treatment tests

Nr. piesei	Temperatura de austenitizare, °C	Temperatura de revenire, °C	Duritatea, *HB*	Rezistența la tracțiune, N/mm^2	Reziliența KCU_2, J/cm^2
1, 2, 3	920	300	470—522	900—1100	—
4, 5, 6	920	400	390—410	900—1000	6
7, 8, 9	920	500	390—400	900—950	5
11, 12	920	550	330—360	950—960	5
13, 14, 10	920	600	270—290	850—900	6
15	920	650	229	785	6
19	900	500	390	1050	6
21	900	550	373	1047	6
22	900	600	363	950	5
16	870	500	337	981	5
17	870	550	345	997	5
18	870	600	325	1038	5

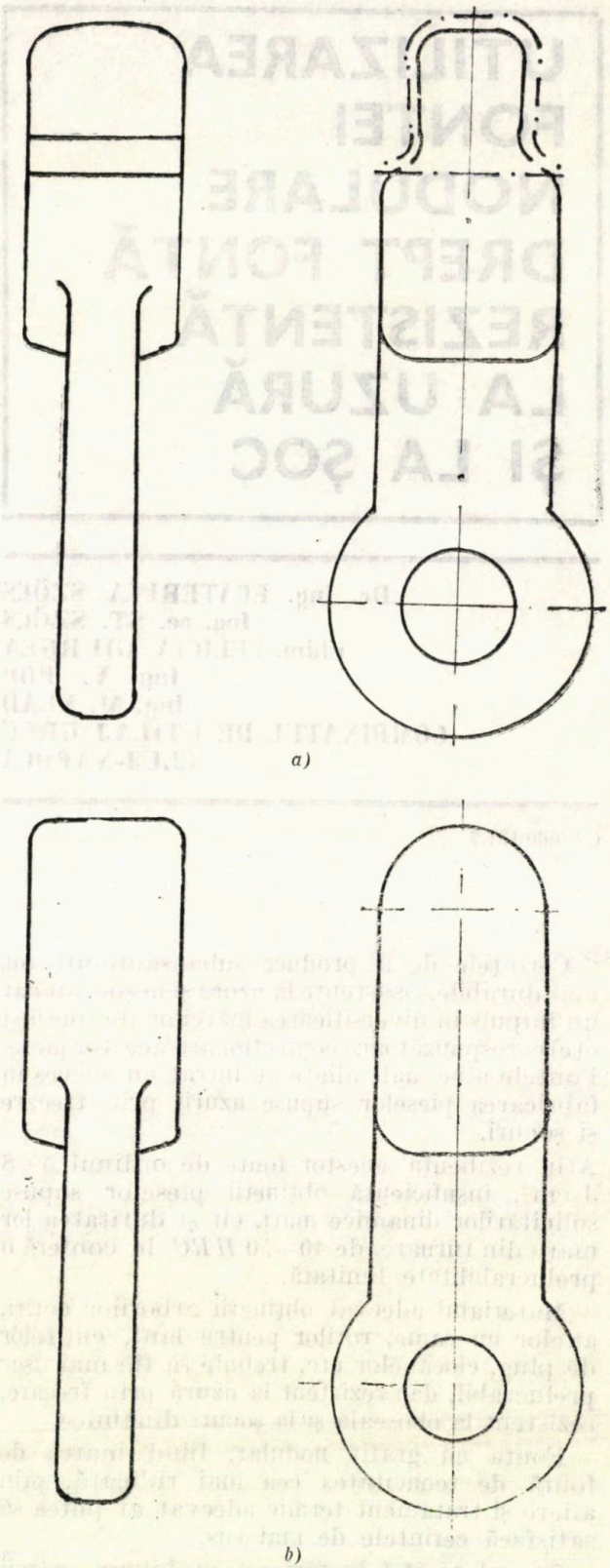
Figura 2 prezintă evoluția rezistenței la tracțiune și a durității, în funcție de temperatura de revenire. Pentru a obține durități de peste 400 *HB* temperatura de revenire trebuie să fie sub 500°C. Se obțin atît rezistențe la tracțiune cît și durități mai mari decît la fontele bainitice obișnuite.

Temperatura de austenitizare optimă este de 900°C (fig. 3 și 4).

Din cele 22 de probe, primele 15 au fost austenitizate la temperatură mai ridicată (920°C, 2 h), următoarele trei la temperatura de 870°C (2 h) și ultimele la o temperatură medie de 900°C (2 h). Austenitizarea la 920°C a fost făcută și pentru punerea în soluție a carburilor separate. Răcirile izoterme în prima grupă au fost făcute la temperaturi și cu durate diferite, între 300—650°C și 2—8 h. În grupele a II-a și a III-a, temperaturile de răcire izotermă au fost între 500 și 600°C, cu o durată de 2h.

Făcînd o comparație a durităților și structurilor, se constată următoarele:

— cu cît temperatura de austenitizare este mai ridicată cu atît călibilitatea este mai accentuată, iar proporția de martensită și durităților sînt mai ridicate;



a)

b)

Fig. 1. Configurația ciocanului de măcinat calcar: *a* — forma piesei din OL 50; *b* — forma piesei din fontă nodulară

Fig. 1. Shape of hammer used for limestone grinding a — OL50 steel casting shape; b — shape of spheroidal iron casting

— temperatura de austenitizare mai ridicată a determinat dizolvarea carburilor existente după turnare ;
— cu cît temperatura la care s-a făcut răcirea izotermă este mai ridicată cu atît durităţile sînt mai mici ;

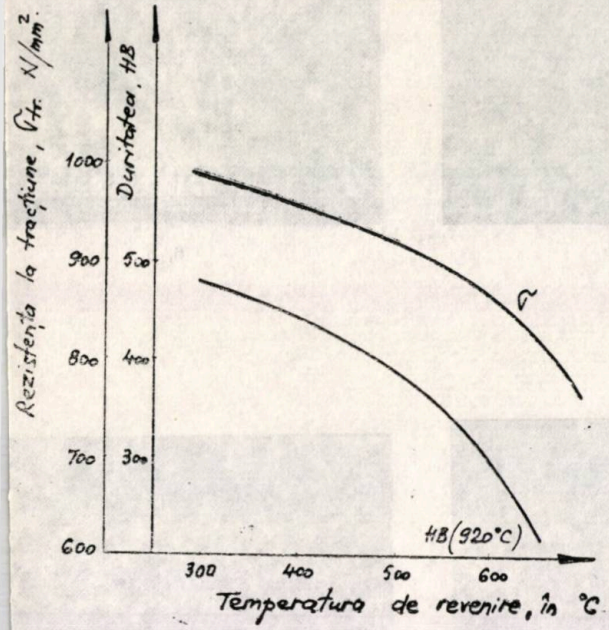


Fig. 2. Evoluţia durităţii *HB* şi a rezistenţei la tracţiune σ, în funcţie de temperatura de revenire

Fig. 2. Evolution of HB hardness and of G tensile strength depending on tempering temperature

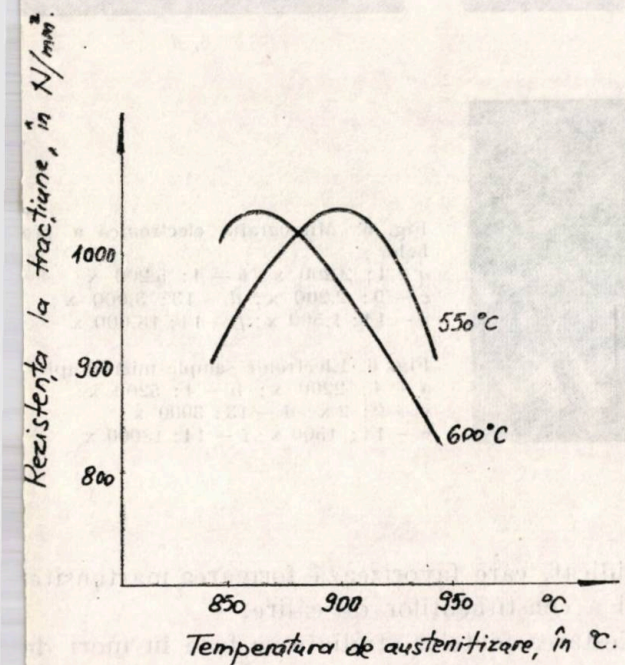


Fig. 3. Evoluţia rezistenţei la tracţiune, în funcţie de temperatura de austenitizare, la diferite temperaturi de revenire

Fig. 3. Evolution of tensile strengh depending on austenitizing temperature, at various tempering temperatures

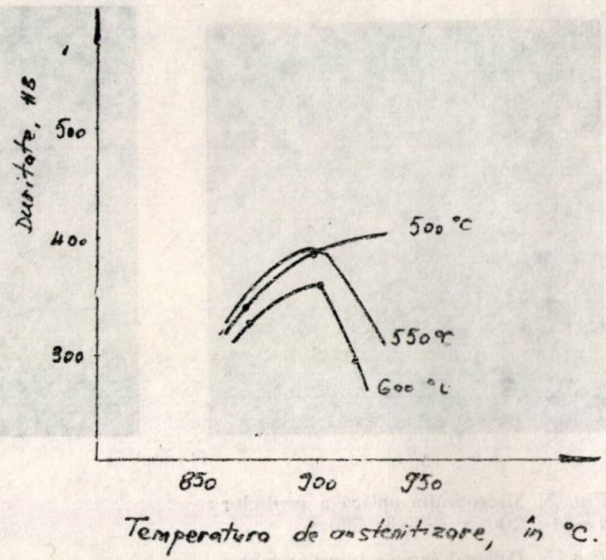


Fig. 4. Evoluţia durităţii *HB* în funcţie de temperatura de austenitizare la diferite temperaturi de revenire

Fig. 4. Evolution of BH hardness depending on austenitizing temperature at various tempering temperatures

— la aceleaşi temperaturi de răcire, dar temperaturi diferite de austenitizare, durităţile cele mai mari s-au obţinut la temperaturi de austenitizare mai ridicate ;
— duritatea probelor este influenţată, pe lîngă constituenţii de călire, şi de către carburile precipitate.

Durităţile cele mai ridicate le prezintă probele austenitizate la 920°C şi răcite izoterm la 300°C, fiind cuprinse între 477 şi 522 *HB* (fig. 2 şi 3).

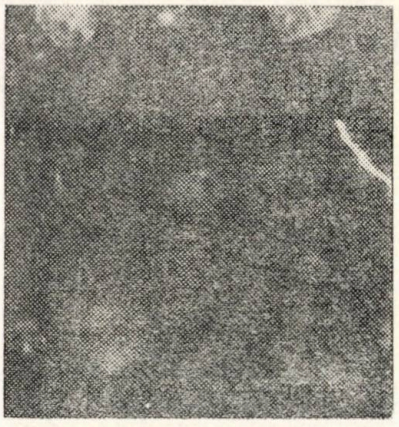
Structura lor, prezentată în figurile 5 şi 6, este constituită din grafit nodular cu masa metalică martensito-bainitică.

Proba nr. 4 (fig. 6), răcită izoterm la temperatura de 400°C dar cu o durată mai redusă de răcire (2h), are masa metalică constituită din bainită, martensită şi austenită reziduală. Structura este prezentată în micrografiile electronice din figurile 7 şi 8.

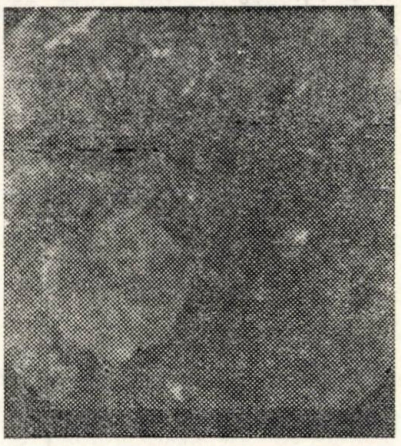
La ridicarea temperaturii de răcire la 500°C şi prelungirea duratei de răcire la 5 h (la proba nr. 9) apare în structură ferită aciculară (fig. 6, *c*).

Creşterea temperaturii de răcire izotermă la 600°C pentru probele nr. 13 şi 14 (fig. 6) şi la 650°C pentru proba nr. 15 (fig. 7) a determinat scăderea durităţilor la 272, 292 şi 229 *HB*. Structurile sînt prezentate în figurile 6, *d* şi 7, *a* şi constau din grafit nodular, ferită şi carburi.

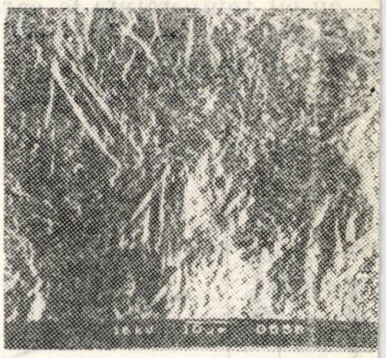
Probele nr. 16 şi 18 austenitizate la 870°C şi răcite izoterm la temperaturi de 500, 550 şi 600°C prezintă o structură ferito-bainitică prezentată în figura 7, *b* şi *f*. Carburi metalice distincte se observă în proba nr. 18 (fig. 7, *f*). Durităţile sînt cuprinse între 321 şi 45 *HB*.



5, *a*



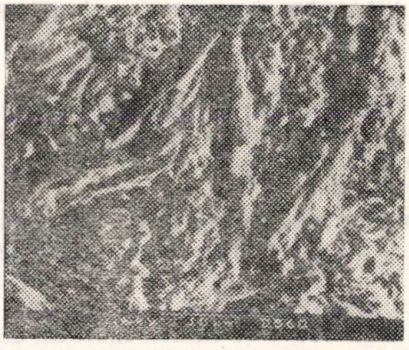
5, *b*



6, *a*

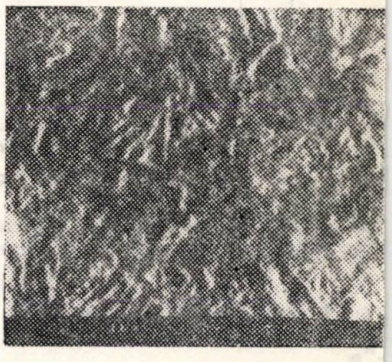
Fig. 5. Micrografia optică a probelor : *a* — 1 ; 200 x ; *b* — 3 ; 500 x

Fig. 5. Optical sample micrography : a — 1 ; 200x ; b — 3 ; 500 x

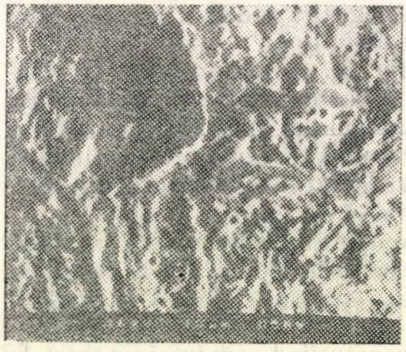


6, *b*

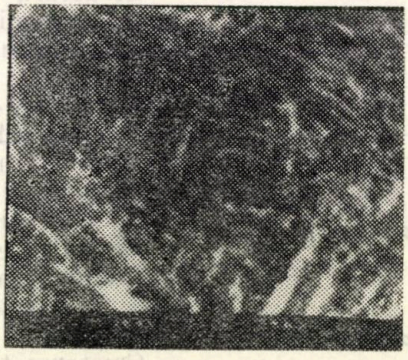
6, *c*



6, *d*



6, *e*



6, *f*

Fig. 6. Micrografia electronică a probelor : *a* — 4 ; 2.200 x ; *b* — 4 ; 5.200 x ; *c* — 9 ; 2.200 x ; *d* — 13 ; 3.000 x ; *e* — 14 ; 1.500 x ; *f* — 14 ; 18.000 x

Fig. 6. Electronic sample micrography a — 4 ; 2200 x ; b — 4 ; 5200 x ; c — 9 ; 2 x ; d — 13 ; 3000 x ; e — 14 ; 1500 x ; f — 14 ; 18000 x

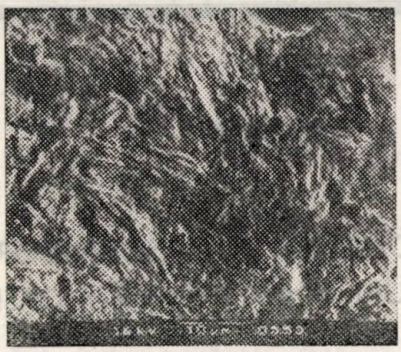
Probele austenitizate la temperatura de 900°C și tratate izoterm la temperaturi de 500—600°C prezentau durități cuprinse între 363 și 393 *HB*.

Masa metalică este constituită din bainită, ferită și carburi (fig. 7, *f* și *i*).

La aceste probe o influență hotărîtoare asupra structurii a avut-o și conținutul de Mn mai ridicat, care favorizează formarea martensitei și a constituenților de călire.

Testarea fontelor studiate se face în mori de măcinat cărbune și calcar ; în funcție de rezultatele obținute, se va adopta tehnologia adecvată de tratament termic.

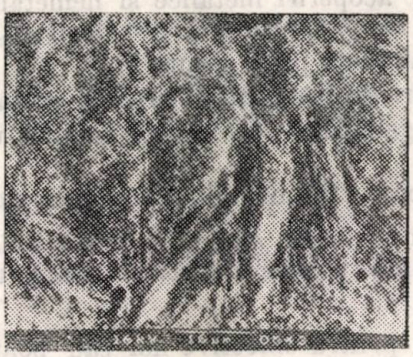
7, *a*



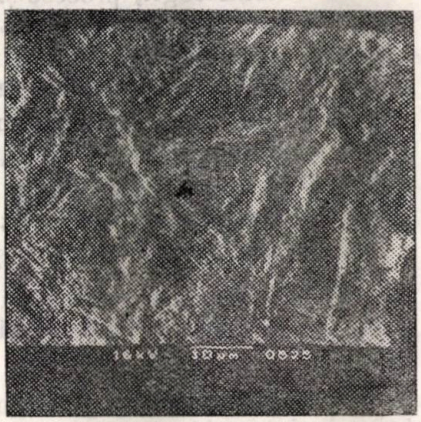
7, *b*

7, *c*

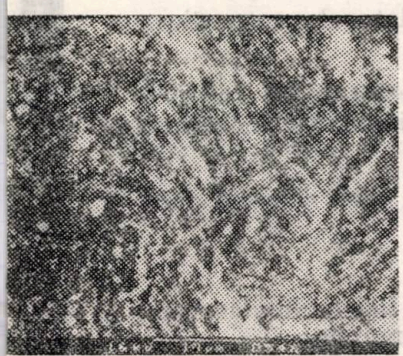
7, *d*



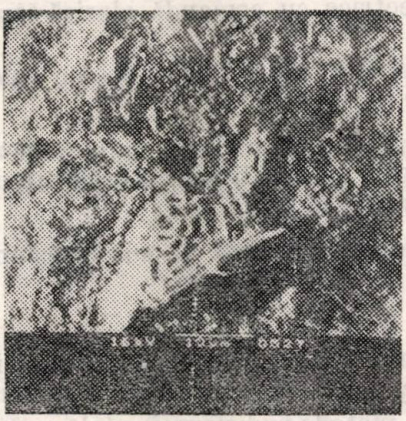
7, *e*



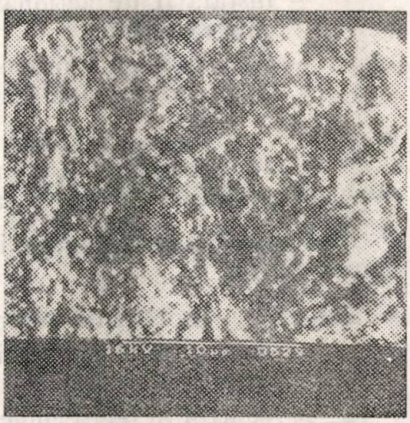
7, *f*



7, *g*



7, *i*



7, *j*

Fig. 7. Structura probelor :
a — 15 ; 7.000 x ; *b* — 16 ; 2.000 x ; *c* — 16 ; 3.800 x ;
d — 17 ; 2.500 x ; *e* — 18 ; 3.800 x ; *f* — 18 ; 5.500 x ; *g* — 21 ;
3.000 x ; *i* — 21 ; 8.300 x ; *j* — 21 ; 4.300 x

Fig. 7. Sample structure :
a — 15 ; 7000 x ; b — 16 ; 2000 x ; c — 16 ; 3800 x ;
d — 17 ; 2500 x ; e — 18 ; 3800 x ; f — 18 ; 5500 x ;
g — 21 ; 300 x ; i — 21 ; 8300 x ; i — 21 ; 4300x

ICPPAM SA

GALAȚI — ROMÂNIA

oferă

AGENȚILOR ECONOMICI ȘI PERSOANELOR FIZICE, LA PREȚURI FOARTE AVANTAJOASE:

• Studii, lucrări de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și proiectare, know-how, consulting și asistență tehnică pentru:

— tehnologii, procese și fluxuri pentru fabricația cocsului, fontei, oțelului și produselor laminate plate și lungi;
— tehnologii și instalații de acoperiri metalice și nemetalice ale produselor plate, țevilor și profilelor prin imersie, prin procedee electrolitice sau neconvenționale;
— linii de proces pentru laminate plate și lungi;
— modernizări și optimizări de instalații și procese metalurgice;
— reparații capitale și organizarea întreținerii pentru utilaje și instalații din uzinele metalurgice;
— combaterea poluării și protecția mediului în metalurgie.

• Proiecte pentru construcții (industriale, civile, agrozootehnice), extinderi, modernizări, consolidări la clădiri existente pentru industria ușoară, alimentară, agricultură, comerț.

• Studii și lucrări de proiectare pentru obiective noi sau pentru modernizare și retehnologizare de:

— instalații de alimentare electrică de distribuție de forță și lumină;
— instalații de automatizare, măsură, comandă și reglare;
— instalații de acționări electrice cu comandă clasică sau conduse cu automate programabile;
— instalații de supraveghere, gestiune și conducere cu calculatorul pentru diverse procese și instalații tehnologice.

• Proiecte pentru instalații de alimentare cu apă, fluide energetice (gaze naturale, oxigen etc.), de canalizare, termoficare, ventilații pentru orice tip de instalație industrială sau pentru clădiri de locuit sau social-culturale.

• Proiecte și avize pentru instalații de ridicat și sub presiune, care necesită autorizare ISCIR.

• Expertize, lucrări de laborator și prestații pentru:

— determinări distructive sau nedistructive de caracteristici fizico-chimice metalografice, mecanice, comportare la coroziune și difractometrie;
— control defectoscopic prin metode nedistructive (ultrasunete, lichide penetrante, raze X) pentru a determina calitatea unor lucrări, cauzele unor avarii, oboseala materialelor, gradul de coroziune al construcțiilor metalice;
— testarea organelor de mașini puternic solicitate;
— tehnologii de recondiționare pentru diverse piese de schimb și scule.

STR. SMÎRDAN NR. 2 • TELEFON 93.44.25.48 • TELEX 51299 • FAX 403441236

metalexportimport

BUCHAREST – ROMANIA ○ 21 – 25, D.I. MENDELEEV ST. ○ TEL.: 59.68.25. ○ TELEX: 11515 metal r

FLAT PRODUCTS ● hot rolled steel plates; cold rolled steel sheet; galvanized steel sheets; cold rolled non-oriented grain silicon steel strip

HOT ROLLED STEEL PROFILES ● channels UNP; joists INP; equal angles; unequal angles; flat bars; square bars; round bars; alloyed and high speed tool steel; hot rolled round ball-bearing steel

STEEL WIRE AND WIRE PRODUCTS ● nail wire; welding electrodes wire; galvanized barbed wire type JOWA; bright steel wire for prestressed concrete (PC wire); brass plated steel cord for tyres; welding electrodes; bronze plated steel wire; stud link anchor chain cable; steel wire ropes, bright or galvanized; round wire nails; soft galvanized steel wire; stress relieved steel wire strands

REINFORCING STEEL AND WIRE ROD, SEAMLESS AND WELDED TUBES ● seamless steel pipes; seamless steel plain and line pipe; seamlles steel casing; ERW pipes; longitudinal ERW pipes; cold formed profiles; cold formed profiles from hot rolled steel strip

ALUMINIUM INGOTS AND ALUMINIUM PRODUCTS

● sheets; foils; square; round; hexagonal bars, tubes, extruded profiles

Make Us Yuor Partner

...for Success!

...for Success!

...for Success!

METALEXPORTIMPORT S.A ROMANIA

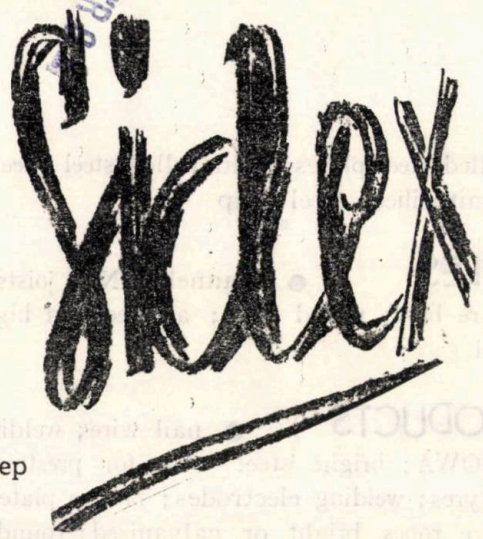
SIDEX

Iron and Steel Complex of Galatz

manufactures and exports for you

Hot Rolled Flat Products

- Ordinary steel strips and plates for constructions
- Fine grained steel strips and plates for welded constructions
- Atmospheric corrosion resistant steel strips and plates
- Shipbuilding steel plates
- High quality carbon steel strips and plates for machine building
- Steel plates for boilers and pressure vessels
- Steel strips and plates for cold bending and deep drawing
- Steel strips and plates for side bars and other parts with small bending radius
- Steel plates for mining equipment
- Stainless steel strips and plates and refractory steel for nuclear and aeronautical industry
- Steel strips and plates for automobile rims



Steel Semi-products

- Continuous cast or rolled slabs
- Continuous cast blooms
- Rolled billets

Coke-chemical products
Blast furnace coke

- Ferro-alloys coke
- Fine coke
- Coke-chemical ammonia sulphate
- Concentrated ammonia water
- Coal tar
- Technical ammonia
- Aromatic fractions
- Coke plant technic sulphur
- Pit coal tar
- Pit coal creosote for carbon black
- Coke-chemical absorption oil
- Phenolic fraction
- Crude anthracene
- Naphthalene
- Technical ferric sulphate
- Bitum

Cold Rolled Sheet

- Thin steel strips and sheets for cold formed shapes and welded pipes
- Sheets and strips for deep drawing
- Steel sheets and strips for car industry and sheets

Other Products

- Liquid and gas oxygen
- Liquid and gas nitrogen
- Liquid and gas argon
- Granulated blast-furnace slag
- Non-iron slag

GALATZ
1, SIDERURGIȘTILOR STREET
COD 6200
Tel.: 934/30 004;
30 109
TELEX: 51.257;
51.312

COMBINATUL SIDERURGIC GALAȚI
SIDEX
ROMANIA

A life experience on the steel market and many friends in the steel business!

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

COMBINATUL SIDERURGIC
SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiştilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi and Cimpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi şi Cimpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru materal rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E 3280

METALURGIA

Nr.9/92

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod**
- **seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

UZINA DE PIESE DE SCHIMB ŞI REPARAŢII SIDERURGICE

cu sediul în **incinta** Combinatului siderurgic „SIDEX" S.A. Galaţi, Str. Siderurgiştilor nr. 1, anunţă pe cei interesaţi, **firme** particulare sau cu capital de stat, că acceptă comenzi pentru Turnătoria de aliaje speciale, după cum urmează :

— lagăre, semicuzineţi (bimetalici şi trimetalici), cu diametre de pînă la 2 000 mm ; turnate centrifugal ;

— piese de înaltă rezistenţă hidraulică (pînă la 1 000 bari) prin turnarea cu ultrasunete ; de înaltă frecvenţă ;

— piese turnate, de orice dimensiuni, care lucrează în mediu abraziv şi fără ungere, în regim non stop şi la temperaturi pînă la 280°C, din aliaje care fac concurenţă bronzurilor grafitate ;

— alte piese din aliaje speciale, de înaltă tehnicitate şi acurateţe, cum sînt obiectele de artă, obiectele de cult etc.

Piesele realizate în **Turnătoria** noastră de aliaje speciale, utilizate în mediu siderurgic, au dovedit fiabilitate superioară faţă de produsele similare importate.

La cererea beneficiarului, piesele turnate pot fi livrate cu :

— control prin gamagrafiere ;
— control cu raze X ;
— control cu ultrasunete ;
— analize difractometrice ;
— analize de faze

după preferinţe sau conform condiţiilor tehnice impuse de utilaj.

UNIC ÎN ROMÂNIA :

Producem şi livrăm la cerere *pulberi metalice din metale şi aliaje uşor fuzibile*, atomizate în mediu neutru, cu granulaţie competitivă (sub 56 μm).

ASIGURĂM SERVICII PROMPTE:

Pentru remedierea lagărelor mari, a semicuzineţilor (din orice aliaj antifricţiune), asigurăm, prin specialiştii noştri, remedierea la sediul beneficiarului (în ţară sau străinătate) prin sudură etajată în mediu protector.

ASIGURĂM CONSULTAŢII URGENTE:

Specialiştii noştri vă stau la dispoziţie pentru remedierea pe loc a pieselor netransportab le din aliaje speciale, pe bază de comandă fermă.

Putem fi contactaţi la : telefon 93/43.19.00 int. 2844/2845 ; fax 93/43.05.10 telex 51277.

metalexportimport

BUCHAREST – ROMANIA ○ 21 – 25, D.I. MENDELEEV ST. ○ TEL.: 59.68.25. ○ TELEX: 11515 metal r

FLAT PRODUCTS ● hot rolled steel plates; cold rolled steel sheet; galvanized steel sheets; cold rolled non-oriented grain silicon steel strip

HOT ROLLED STEEL PROFILES ● UNP channels; INP joists; equal angles; unequal angles; flat bars; square bars; round bars; alloyed and high speed tool steel; hot rolled round ball-bearing steel

STEEL WIRE AND WIRE PRODUCTS ● nail wire; welding electrodes wire; JOWA type galvanized barbed wire; bright steel wire for prestressed concrete (PC wire); brass plated steel cord for tyres; welding electrodes; bronze plated steel wire; stud link anchor chain cable; steel wire ropes, bright or galvanized; round wire nails; soft galvanized steel wire; stress relieved steel wire strands

REINFORCING STEEL AND WIRE ROD, SEAMLESS AND WELDED TUBES ● seamless steel pipes; seamless steel plain and line pipe; seamless steel casing; ERW pipes; longitudinal ERW pipes; cold formed profiles; cold formed profiles from hot rolled steel strip

ALUMINIUM INGOTS AND ALUMINIUM PRODUCTS
● sheets; foils; square; round; hexagonal bars, tubes, extruded profiles

Make Us Your Partner
...for Success!

...for Success!

...for Success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMANIA

METALURGIA

REVISTĂ EDITATĂ DE „SIDEROM" S. A.

9 SEPTEMBRIE 1992

colegiul de redacţie:

(în ordine alfabetică)

VICTOR BERTALAN, MARIN BIVOLARU, GHEORGHE BUJGOI, ION CHIOSE, TOADER DUMITRACHE, ALEXANDRU FLOREA, EMIL FLORIAN, LADISLAU FRUMOSU, OCTAVIAN GRĂMADĂ, RADU HANGA, GHEORGHE LEPĂDATU, ŞTEFAN MĂRGINEANU, VIOREL MUNTEANU, PETRE NEDELESCU, ALEXANDRU ORZAŢĂ, VASILE PARPALĂ, NICOLAE PÎRVAN, ION PRISECARU, GELU CONSTANTIN RADU, BUJOR ROŞCA, SILVIU SAMOILESCU, EUGEN SANDU, IOAN FLORENTIN SANDU, COSTIN SCORŢEA, LAURENTIE SOFRONI, HORAŢIU VODĂ, LAURENŢIU ZAMFIR

sumar

Strugari, Fl. şi Cozmaciuc, M.: **Consfătuirea „EAST STEEL" a conducătorilor de uniuni, întreprinderi şi organizaţii siderurgice din ţările Europei răsăritene: constatări, concluzii şi speranţe** 5

Rizescu, C.: **Diametrul zonei de reacţie la insuflarea oxigenului în baia metalică (III)** 8

Dina, Vasilica.: **Aspecte privind influenţa cantităţii de mişcare a jetului de oxigen asupra dinamicii băii metalice din convertizorul cu oxigen LD** 12

Vida-Simiti, I., Domşa, Şt., Canta, T. şi Săbăduş, D.: **Cercetări asupra compactizării pulberilor şi preformelor sinterizate prin presare oscilantă** 19

Varga, B. şi Ienciu, M.: **Optimizarea parametrilor de degazare a aliajelor de aluminiu, prin modelare fizică** 23

Chiţu, Gh.: **Contribuţii la realizarea oţelurilor înalt aliate (inoxidabile) turnate în piese de performanţă** 28

Cazimirovici, E., Răducanu, Doina şi Ciucă, I.: **Cercetări experimentale privind deformarea plastică prin laminare a oţelului ER 309 NbLC** 31

Chelu, Gh. şi Drăghici, S.: **Studii şi cercetări experimentale cu privire la deformabilitatea oţelurilor rapide** 35

Ciobanu, I. şi Crişan A.: **Aspecte privind influenţa raportului de convergenţă-divergenţă asupra fluidităţii de turnare în reţele de turnare cu patru alimentatori** 40

Redactor responsabil: prof. dr. ing. L. SOFRONI
Şef CIDMET: ing. Brânduşa Florentina Scorţea
Redactor: DIANA BOGDAN
Traducere: ing. Sabin Florea
Stilizare: Ioana Kuglay
Corectură: Rodica Roşu

Redacţia şi administraţia: Bucureşti, str. Mendeleev, nr. 21—25, sector 1, cod 70 168; telefon 59 49 90.
Instituţiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SBM. Costul unui abonament: lei 3 000 anual. Costul unui exemplar: **lei 250.**

Tiparul: S. C. „UNIVERSUL" S. A. str. Brezoianu nr. 23—25 ● Bucureşti c. 3626

contents

DC: 669.1:(4):(498):(439):(497.2)

Strugari, Fl. and Cozmaciuc, M.: **„East Steel" meeting of manager directors of several steelworks from Eastern Europe countries; discussions, conclusions and expectations**

Metalurgia 44 (1992), no. 9, p. 5

DC: 669.184:546.21

Rizescu, C.: **Raceway diameter during oxygen blowing into the metallic bath (III)**

The author analyses the factors which influence the raceway diameter during oxygen blowing into converters. The relations between the diameter and the main blast parameters are presented in order to be used in technological evaluations.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 8

DC. 669.184.244.86

Dina, Vasilica: **The influence of oxygen jet kinetic quantity on the metallic bath dynamics in oxygen convertor**

Metalurgia 44 (1992), no. 9, p. 12

DC. 621.762:621.762.5

Vida—Simiti I., Domşa, S., Ganta, T. and Săbăduş, D.: **Studies concerning powders and sintered pre-moulds tightness by oscillating pressing**

Metalurgia 44 (1992), no. 9, p. 19

DC: 669.2/8:018

Varga, B. and Ienciu, M.: **Optimising the degassing parameters of Al alloys by physical modelling**

The paper emphasizes by physical modelling the advantages of degassing the molten alloy by gas blown through porous plug at moderate superheating temperatures. The results obtained have been checked in hot conditions.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 23

DC: 669.14.018.8

Chifu, Gh.: **Contributions to high alloy steelmaking (stainless tseel) for high performance castings**

The author presents the studies carried out in Romania, at The Heavy Machine Enterprise in Bucharest, in order to find a practical method for obtaining steels with high physico-mechanical properties, used to manufacture special castings.

These steels, as well as the castings or forgings are according to the ASME, ASTM standard for the atomic — power stations.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 28

DC: 539.374

Cazimirovici, E., Răducanu, Doina and Ciucă, I.: **Experimental research concerning plastic forming by rolling of ER 309 NbLC steel**

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 31

DC: 620.169.1:669.15—194.55

Chelu Gh. and Drăghici, S.: **Studies and experimental research concerning high speed steel deformability**

The paper presents the results of the experimental research concerning Rp5 high steel deformability. The experiments have been done by the heading and torsion methods. The conclusion was that the optimum range for the hot plastic deformation temperatures of *Rp5* steel is between 900 and 1100°C. In the case of a strain rate under 2 s^{-1}, the temperature for starting the deformation may be increased to 1150°C. As regards the influence of the strain rate on the deformation resistance, it was found that its importance increases with the deformation temperature.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 35

DC: 612.746.4

Ciobanu, I. and Crişan, A.: **Influence of convergence/divergence ratio on the castability in four gates systems**

The authors present the results of some experiments carried out in order to establish the influence of convergence/divergence ratio on casting in four gates systems.

Gates with constant section runners with four convergence or divergence ratios, i.e.: Sp: Sd_1: S_{a_i}=1,2:1,1:1; 2:1,5:1; 3:2:1 and 1:2:1 have been analysed.

The highest castability was obtained in case of gates with Sp: Sd_1: S_{a_i} = 2:1,5:1

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 40

---

contents

CONSFĂTUIREA „EAST STEEL" A CONDUCATORILOR DE UNIUNI, ÎNTREPRINDERI ŞI ORGANIZAŢII SIDERURGICE DIN ŢARILE EUROPEI RASARITENE

CONSTATĂRI, CONCLUZII ŞI SPERANŢE

Dr. ing. FL. STRUGARI
Şef Serviciu tehnic C.S. „SIDEX" S. A.
Ing. pr. M. COZMACIUC

CZ: 669.1:(4):(498):(439):(497.2)

În perioada 12 — 15 mai 1992, Combinatul Siderurgic „SIDEX" S.A. a fost gazda celei de-a doua întîlniri a conducătorilor de uniuni, întreprinderi şi organizaţii siderurgice din ţările Europei răsăritene.

Au participat invitaţi din: Bulgaria, Ceho-Slovacia, Iugoslavia, Polonia, Rusia, Ungaria, Ucraina.

Din România au participat specialişti din Ministerul Industriei, Departamentul Metalurgiei, SIDEROM S.A., ICEM S.A., C.S. SIDERURGICA — Hunedoara, C.O.S. — Tîrgovişte, INFOR — Galaţi, TREFO — Galaţi, METANEF, Institutul Politehnic Bucureşti etc.

Participanţii au făcut un schimb de informaţii cu privire la desfăşurarea procesului de tranziţie la economia de piaţă, precum şi cu privire la unele aspecte ale restructurării siderurgiei din ţările lor.

S-a constatat cu îngrijorare continuarea fenomenelor legate de procesul de recesiune a producţiei şi în semestrul I 1992, cu influenţe directe atît asupra nivelului producţiei de oţel, cît şi asupra funcţionării unor capacităţi de producţie.

Din rapoartele prezentate de delegaţi, a rezultat faptul că atît în anul 1990, cît şi în 1991 producţia de oţel brut a scăzut cu: 18% în Rusia, 24% în Polonia, 33% în Ungaria, 15% în Ucraina, 52% în Bulgaria, 19% în Ceho-Slovacia, 27% în România, 22% în Iugoslavia (în medie 26,5%).

În urma discuţiilor purtate, a rezultat că fenomenul de recesiune drastică a producţiei de oţel, în toate ţările Europei de Est, are ma multe cauze, relativ comune fiecărei ţări participante.

În continuare, prezentăm pe ţări (tab. 1) trei parametri sintetici privind perioada 1989 — 1991 inclusiv.

Din materialele prezentate şi discuţiile purtate au rezultat cîteva elemente care caracterizează starea actuală a siderurgiei din ţările est-europene. Acestea se prezintă în continuare, în ordine alfabetică:

Tabelul 1

Parametrii sintetici privind perioada 1989—1991

Table 1

Synthetic parameters for the 1989—1991 period

ŢARA	SCĂDEREA CIFREI DE AFACERI, %	RAPORTUL CERERE/ OFERTĂ, %	RANDAMENTUL ** OŢEL BRUT/ PRODUSE, %
Bulgaria	60	*	65
Ceho-Slovacia	40	*	*
Iugoslavia	39	*	*
Polonia	35	90	*
România	55	92	75
Rusia	*	*	79
Ungaria	25	*	*

Obs:
* Nu au prezentat date.
** În ţările occidentale raportul oţel brut/produs finit este de 90%.

Bulgaria:
- cerere mică de oţel în raport cu oferta;
- reducerea producţiei industriale cu 61%;
- reducerea personalului cu 17 + 20%;
- tensiuni sociale majore.

Ceho-Slovacia:
- cerere mică de oţel în raport cu oferta;
- creşterea exportului de laminate;
- scăderea exportului de ţevi;
- reducerea activităţii întreprinderilor cu pînă la 40%;

— nu se pun probleme legate de materii prime.

Iugoslavia :
— recesiune drastică a producției de oțel ;
— scăderea capacității de prelucrare a metalului cu peste 50 % ;
— piața oțelului este influențată negativ de raportul cerere/ofertă.

Polonia :
— oferta de oțel depășește cererea ;
— 18 din cele 26 uzine metalurgice sînt construite înainte de anul 1914 ;
— scăderea vînzărilor și a serviciilor cu peste 40 %.

Rusia :
— oferta de oțel depășește cererea ;
— consumuri tehnologice mari ;
— uzură morală și fizică a utilajelor metalurgice ;
— scăderea la 46,5 % a producției de oțel electric ;
— scăderea la 24,5 % a oțelului turnat continuu ;
— modernizarea unor procese siderurgice ca pregătirea gazului natural, insuflarea prafului de cărbune în creuzet etc.

Ungaria :
— cerere mică de oțel din producția internă ;
— lipsa acută a mijloacelor de plată (bani lichizi) ;
— prețuri nefavorabile practicate pentru oțel ;
— liberalizarea importului de laminate cu efect negativ asupra producției autohtone.

România
— cerere mică de oțel în raport cu oferta ;
— consumuri energetice mari ;
— potențial uman și tehnic corespunzător ;
— echipament siderurgic modern ;
— recunoaștere internațională ca producător de produse metalurgice.

Cauzele care au dus la starea actuală a siderurgiei în țările Europei de Est au fost analizate cu atenție, constatîndu-se faptul că, în cea mai mare parte, sînt comune.

Acele elemente considerate ca fiind mai importante pentru participanți sînt următoarele :

— lipsa devizelor și a mijloacelor de procurare a materiilor prime indispensabile din import ;

— deficit energetic, (energie electrică, cocs, gaz metan) ;

— dezagregarea piețelor de desfacere tradiționale ;

— restructurarea ramurilor prelucrătoare de metal ;

— tehnologii vechi care necesită modernizări (Rusia) ;

— starea economică precară a unor întreprinderi metalurgice (Polonia) ;

— organizarea defectuoasă a sistemului financiar-bancar ;

— nedemararea modificărilor structurale ale economiei conform cerințelor economice de piață ;

— lipsa acută a mijloacelor de plată (Ungaria) ;

— devalorizarea drastică a monedei naționale (Rusia, Ceho-Slovacia, Ungaria) ;

— probleme de șomaj și protecție socială ;

— lipsa cointeresării economice (Rusia) ;

— blocaje economice și deficiențe ale sistemelor de plată (România).

În replică la situația actuală a siderurgiei și la cauzele care au creat-o, a fost formulată, de fiecare delegație în parte, dorința de colaborare pentru redresarea siderurgiei din țările Europei de Est și echilibrarea balanței cerere-ofertă dintre producătorii de oțel și consumatorii din industria de prelucrare a metalului.

Direcțiile de acțiune sînt, în principiu, comune pentru toate țările participante, după cum urmează :

— restructurarea producției de oțel conform cererilor pieței, în contextul economiei de piață ;

— modernizarea proceselor și instalațiilor siderurgice învechite ;

— asimilarea de procedee și produse noi ;

— rentabilizarea exportului ;

— deschiderea de reprezentanțe comerciale internaționale ;

— investiții cu participarea capitalului străin ;

— elaborarea unor programe de restructurare, modernizare și investiții în raport cu situația creată în urma recesiunii ;

— adoptarea sistemului de garanții bancare ;

— determinarea strategiei de dezvoltare a industriei metalurgice în raport cu capacitatea de absorbție a pieței ;

— asigurarea continuității și stabilității producției de oțel ;

— reluarea operațiunilor de import-export între țările est-europene, colaborarea în sistem barter.

Concluzii

Participanții la consfătuire și-au exprimat dorința de reluare a schimburilor economice, a colaborării reciproce și internaționale în domeniul siderurgiei și în alte domenii.

Colaborarea și schimbul de informații între țările Europei de Est constituie una din soluțiile menite să ducă la relansarea producției, revi-

talizarea proceselor tehnologice, atenuarea convulsiilor sociale și asigurarea stabilității siderurgiei.

Prin întrebările care s-au formulat s-a făcut un util schimb de experiență pentru rentabilizarea siderurgiei țărilor participante, acceptîndu-se în consens denumirea de „EAST STEEL" pentru întîlnirile anuale în fiecare țară participantă, și astfel:

— s-a exprimat dorința de a dezvolta în continuare relațiile dintre întreprinderi, asociații, concerne, holdinguri și alte organizații siderurgice ale părților;

— se vor facilita contacte bilaterale sau multilaterale în vederea lărgirii formelor de cooperare care s-au dovedit utile pînă în prezent, încercînd să se găsească de comun acord forme noi de cooperare;

— va continua experiența acumulată pînă în prezent, în vederea organizării de întîlniri anuale, consultative;

— se va îmbunătăți tematica problemelor supuse spre examinare prin analize și posibilitatea informării reciproce, la intervale mai scurte, între două întîlniri periodice.

În final, participanții au stabilit un acord general asupra faptului că, problemele fiind similare, colaborarea strînsă îi poate duce la succes.

Revista Revistelor

ISIJ INTERNATIONAL, Japonia, 1992, nr. 2

— Progrese recente în domeniul oțelurilor feritice cu conținut înalt de Cr pentru aplicații la temperatură înaltă, p. 175

— Efectul agitării în cuptorul de topire în baie cu insuflare combinată a oxigenului prin partea superioară și prin lateral și cu insuflare de azot prin fundul cuptorului, p. 182

— Definirea și determinarea timpului de amestecare în băile lichide agitate cu gaz, p. 190

— Modelarea matematică a stratificării termice și a evacuării oalelor cu oțel, p. 196

— Efectul laminării controlate asupra dezvoltării texturii în oțelul carbon și în oțelul microaliat cu Nb, p.203

— Influența parametrilor de laminare a benzilor la cald asupra recristalizării austenitei în oțelurile fără interstiții, p. 213

— Efectele deformării la rece asupra morfologiei precipitatelor α în aliajele de titan β, p. 222

— Caracteristicile oțelurilor microaliate cu vanadiu și titan forjate la temperaturi intermediare prin simulare prin torsiune, p. 232

— Influența recristalizării dinamice asupra ductilității la tracțiune a oțelurilor în intervalul de temperatură cuprins între 700 și 1500°C, p. 241

— Influența tratamentului termic asupra proprietăților acoperirilor pe bază de nichel încastrate cu carbură de wolfram rezistentă la uzură, produse prin pulverizare la cald, în gaz, p. 250

— Analiza apariției recristalizării dinamice în laminarea la cald prin modelarea curbei tensiune — deformare, p. 257

ISIJ INTERNATIONAL, Japonia, 1992, nr. 3

Recristalizarea, creșterea grăunților și precipitarea

— Un model pentru recuperarea și recristalizarea austenitei deformate la cald ținînd seamă de omogenitatea structurală, p. 261

— Simularea prin metoda Monte Carlo a creșterii grăunților, p. 267

— Model generalizat de precipitare a Nb(C, N) aplicabil la oțelul cu conținut foarte scăzut de carbon, p.275

— Model pe calculator pentru predicția precipitării carbonitrurii în timpul prelucrării la cald în oțelurile slab aliate de înaltă rezistență (HSLA) cu conținut de Nb — Ti, p. 283

Transformări

— Simulări pe calculator ale reacțiilor de difuziune în oțelurile complexe, p. 291

— Predicția diagramei TTT (timp — temperatură — transformare) a reacției feritei proeutectoide în aliajele de fier prin teoria de creștere a difuziei, p. 297

— Modelarea pe calculator a transformării de fază din austenita durificată prin deformare (ecruisare), p. 306

— Model matematic pentru calcularea transformării de fază și a evoluțiilor temperaturii în oțeluri, p. 316

— Modelarea matematică a transformării în oțelurile microaliate cu Nb, p. 326

Proprietăți mecanice

— Influența microstructurii asupra comportării la fluaj a tablei groase din oțel de rezistență înaltă, p. 335

— Predicția proprietăților mecanice ale oțelurilor cu mai multe faze pe baza curbelor tensiune — alungire, p. 343

Modele integrate și aplicații

— O tehnologie pentru predicția și controlul modificărilor microstructurale și proprietăților mecanice din oțel, p. 350

— Modelarea microstructurii și efectele sale în timpul laminării la cald cu mai multe treceri, p.359

— Modelarea evoluției microstructurii în timpul laminării cu recristalizare controlată, p. 368

— Predicția distribuției microstructurii în direcția pătrunderii în grosime în timpul și după laminarea la cald în oțelurile cu conținut de carbon, p.377

— Modelarea evoluției microstructurii și a proprietăților mecanice ale tablei din oțel fabricate prin procedeul cu control termomecanic, p. 395

— Model integrat pentru determinarea evoluției și proprietăților microstructurale ale tablei groase din oțel fabricate în linia de producție, p. 405

— Simularea pe calculator a evoluției microstructurale în prelucrarea termomecanică a tablei groase din oțel, p. 414

— Modele matematice pentru predicția evoluției microstructurale și a proprietăților mecanice ale benzilor la cald, p. 423

— Aplicarea modelelor matematice pentru predicția evoluției microstructurale la oțelurile cu conținut ridicat de carbon, p. 433

— Aplicarea modelării matematice la laminarea la cald și răcirea controlată a sîrmei și barelor, p. 440

DIAMETRUL ZONEI DE REACȚIE LA INSUFLAREA OXIGENULUI ÎN BAIA METALICĂ (III)

Dr. ing. C. RIZESCU

CZ: 669.184:546.21

Determinarea experimentală a diametrului zonei de reacție întîmpină dificultăți deosebite atît din cauza pulsației zonei de reacție și oscilațiilor acesteia în planuri orizontale, cît și datorită acțiunii simultane a jetului reflectat. Din acest ultim punct de vedere, în cazul jetului de oxigen, care este în cea mai mare parte dizolvat în baia metalică, pe parcursul străbaterii suprafeței interioare a „golului" format de la punctul de maximă adîncime către suprafața de ieșire din zona de reacție, practic, curentul invers nu manifestă o influență importantă asupra diametrului zonei de reacție. De regulă, diametrul zonei de reacție este de fapt diametrul unui cerc „imaginar", în limitele căruia produsele de reacție se decantează către suprafața băii.

Baptizmanski [13], analizînd factorii care intervin cu pondere asupra diametrului zonei de reacție, reține impulsul jetului, presiunea, viteza de decarburare și nivelul de poziționare a lăncii cu oxigen.

În graficul din figura 1 este reprezentată dependența dintre diametrul zonei de reacție și „impulsul" N la zona de contact, definit ca un raport între impulsul jetului, densitatea metalului (ρ) și accelerația gravitațională (g), adică :

$$N = \frac{I}{\rho g} = \frac{\rho_o W_o^2 S_o}{\rho g}, \ m^3 \qquad (1)$$

în care :

ρ_o, W_o reprezintă densitatea gazului, respectiv viteza sa axială la ieșirea din duză ;

S_o — aria duzei.

S-au propus următoarele relații :

— pentru diametrul primei zone de reacție :

$$d_{zr}^1 = 1{,}35N^{0.5} \qquad (2)$$

— pentru diametrul întregii zone de reacție :

$$d_{zr} = 3{,}35N^{0.49} \qquad (3)$$

în care d_{zr} reprezintă diametrul zonei de reacție.

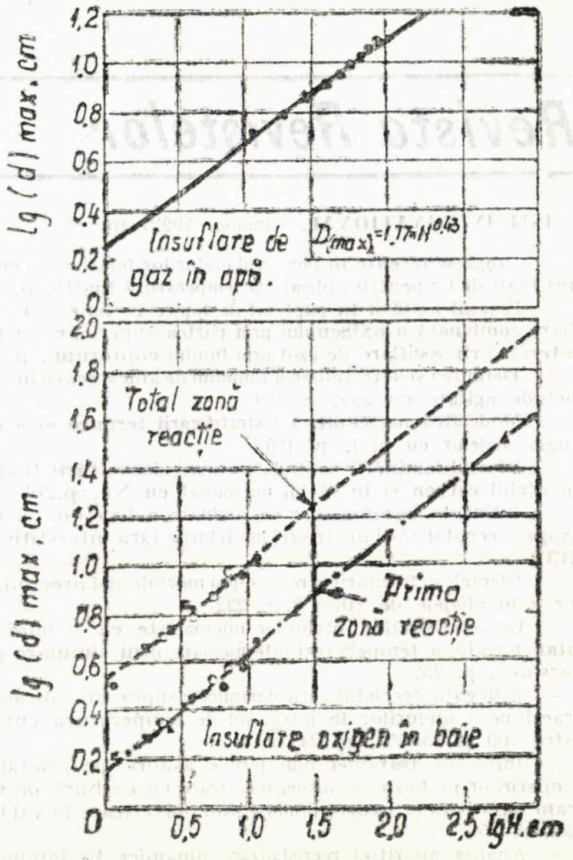


Fig. 1. Influența „impulsului" de contact asupra diametrului zonei de reacție, la diferite diametre ale duzei [13]: ■ 0,5 mm; ○ — 0,7 mm; ● 1,0 mm; ▲ — 12 mm

Fig. 1. The influence of contact impulse on raceway diameter for nozzles with different diameters /13/: ■ 0.5 mm; ○ — 0.7 mm; ● 1.0 mm; ▲ — 12 mm

Explicitînd impulsul N în funcție de criteriul lui Arhimede, după o serie de rearanjări de termeni în relația (3) se obține :

$$\frac{d_{zr}^1}{d_0} = 1{,}35 \sqrt[]{\frac{\pi}{4}} \, Ar_0^{0.5} \, d_0^{0.5}$$

Datele din lucrarea [15] confirmă o dependență a diametrului zonei de reacție în funcție de valoarea criteriului lui Arhimede pînă la

valori ale acestuia de cca 10^{-3}, domeniu cu totul acoperitor condițiilor efective apărute la elaborarea oțelului.

În ceea ce privește influența presiunii (fig. 2), rezultă că diametrul zonei de reacție crește liniar o dată cu mărirea presiunii de suflare, dependențe care sînt descrise de relațiile:

$$d'_{zr} = 20 + 3{,}6p \qquad (4)$$

$$d_{zr} = 36 + 10p \qquad (5)$$

în care p este presiunea de suflare, ata.

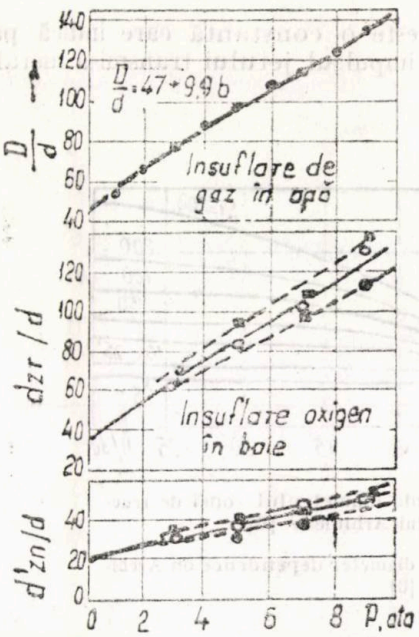


Fig. 2. Creșterea liniară a dimetrului zonei de reacție o dată cu mărirea presiunii de suflare

Fig. 2. Linear increase of raceway diameter with the increase of blast pressure

În ceea ce privește influența vitezei de decarburare, graficul din figura 3 arată, așa după cum era de așteptat, că valoarea maximă a diametrului zonei de reacție se obține la viteza maximă de decarburare. La scăderea conținutului de carbon din baie sub 2,0%, o dată cu scăderea vitezei de decarburare înregistrăm și o micșorare rapidă a diametrului zonelor de reacție. Reținem că, sub acest aspect, influența vitezei de decarburare este, în cazul diametrului, contrară celei observate în cazul adîncimii zonei de reacție.

Influența înălțimii de poziționare a lăncii asupra diametrului zonei de reacție este ilustrată de datele prezentate în figurile 4 și 5, din care reținem creșterea treptată a acestuia o dată cu mărirea distanței față de baie și, respectiv, cu mărirea criteriului lui Arhimede.

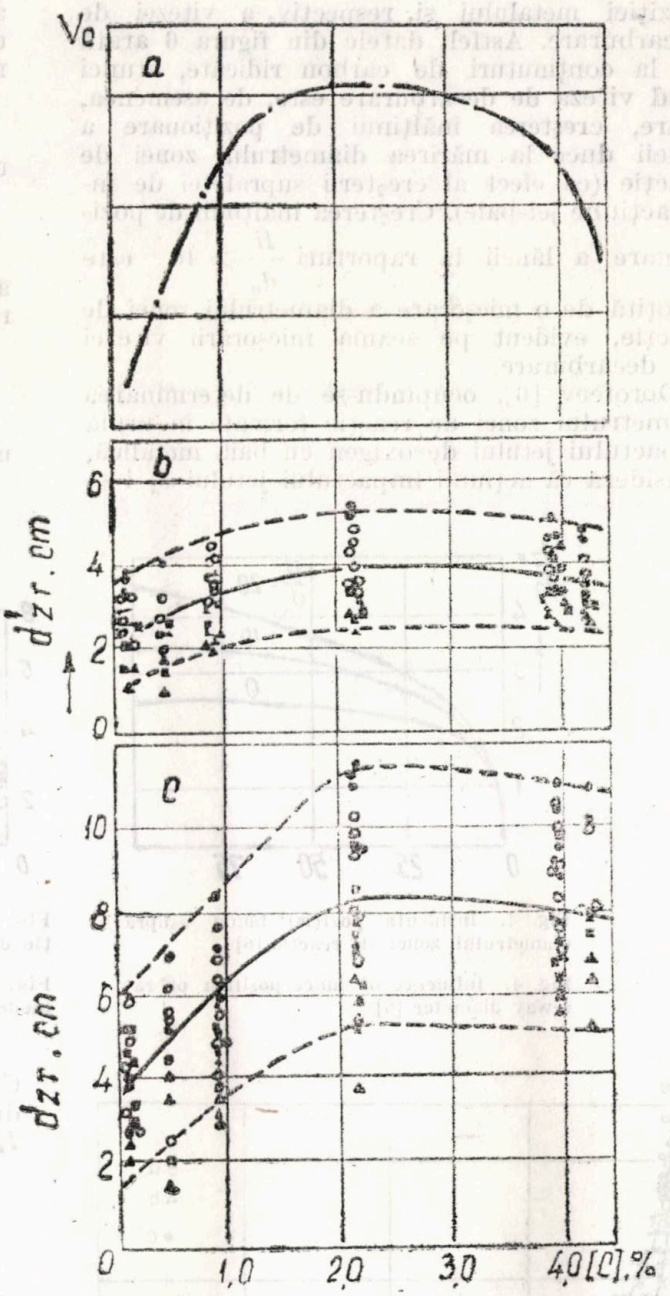


Fig. 3. Influența compoziției chimice a băii asupra vitezei de decarburare și a diametrelor zonei de reacție pentru H/d = = 10 — 60 și la diferite presiuni de insuflare [13]:
● — 9 ata; ○ — 7 ata; ■ — 5 ata; ▲ — 3 ata

Fig. 3. Influence of chemical composition of the bath on decarburizing rate and on raceway diameters for H/d = 10 — — 60 for various blast pressures [13]:
● — 9 ata; ○ — 7 ata; ■ — 5 ata; ▲ — 3 ata

Menționăm, totuși, că influența este mai redusă în cazul adîncimii de pătrundere a jetului.

Caracterul influenței înălțimii de poziționare a lăncii asupra diametrului de reacție la insuflarea oțelului topit cu oxigen nu poate fi analizat fără luarea în considerare a com-

poziției metalului și, respectiv, a vitezei de decarburare. Astfel, datele din figura 6 arată că la conținuturi de carbon ridicate, atunci cînd viteza de decarburare este, de asemenea, mare, creșterea înălțimii de poziționare a lăncii duce la mărirea diametrului zonei de reacție (ca efect al creșterii suprafeței de interacțiune jet-baie). Creșterea înălțimii de poziționare a lăncii la raporturi $\frac{H}{d_0} > 40$ este însoțită de o micșorare a diametrului zonei de reacție, evident pe seama micșorării vitezei de decarburare.

Dorofeev [6], ocupîndu-se de determinarea diametrului zonei de reacție formate în urma impactului jetului de oxigen cu baia metalică, consideră că acțiunii impactului jetului I_x i se

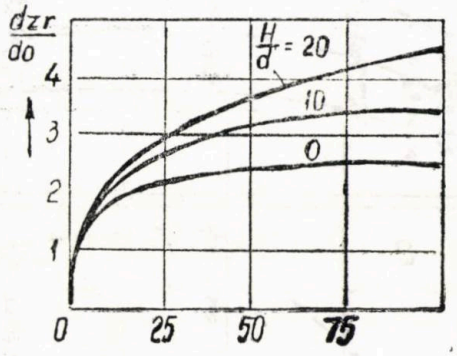


Fig. 4. Influența poziției lăncii asupra diametrului zonei de reacție [6]

Fig. 4. Influence of lance position on raceway diameter [6]

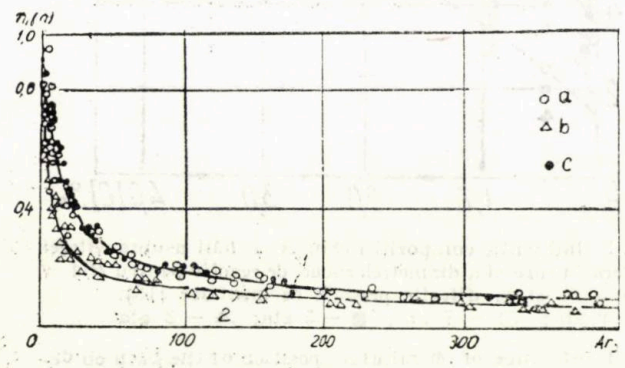


Fig. 6. Influența poziției lăncii asupra diametrului zonei de reacție, la băi cu conținut ridicat de carbon, (*a*) și scăzut (*b*)

Fig. 6. Influence of lance position on raceway diameter in case of baths with high carbon content (*a*) and low carbon content (*b*)

opune acțiunea forțelor de inerție a fluxului de metal, care urmează să fie îndepărtat din „golul" de diametrul *d* care se formează în zona de impact. Acțiunea forțelor de inerție a fluxului de metal a fost exprimată sub formă de impuls, I_{met}, de către Baptizmanski prin relația :

$$I_{met} = S_{zr}\, d_{zr}\, \rho g \qquad (6)$$

unde :

S_{zr} reprezintă secțiunea zonei de reacție ;
d_{zr} — diametrul zonei de reacție ;
ρ — densitatea metalului,

admițînd că I_{met} și I_x sînt dependenți printr-o relație de tipul :

$$m_1 = \frac{I_{met}}{I_x} \qquad (7)$$

unde m_1 este o constantă care indică partea din impulsul jetului transmisă metalului.

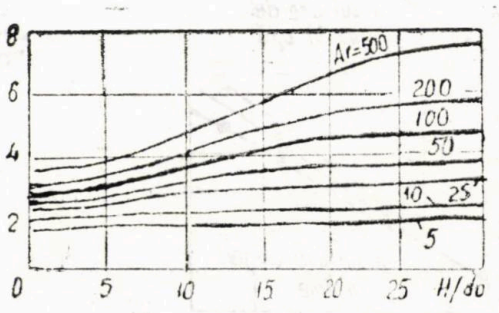


Fig. 5. Dependența diametrului zonei de reacție de criteriul lui Arhimede [6]

Fig. 5. Raceway diameter dependence on Archimede's criterion [6]

Considerînd impulsul jetului la ieșirea din duză I_0 egal cu cel în momentul impactului I_x, relația (7) devine :

$$m_1 = \frac{I_{met}}{I_0} = \frac{S_{zr}\, d_{zr}\, \rho g}{S_0 W^2 \rho_0} = \frac{d_r^3 \rho g}{d_o^2 W_0^2 \rho_0}$$

din care rezultă că diametrul zonei de reacție este :

$$d_{zr} = m_1^{1/3}\left(\frac{\rho_0 W^2 d_o^2}{\rho g}\right)^{1/3} = m_1^{1/3} \mathrm{Ar}_0^{1/3} d_0 \qquad (8)$$

Valoarea coeficientului m_1 a fost determinată experimental prin modelarea la „rece"a insuflării vaporilor de apă în apă (deci un gaz care se dizolvă în mediu de impact — fenomen asemănător insuflării oxigenului în baia metalică), datele obținute fiind prelucrate pe baza relației (8) și reprezentate grafic în figura 7.

Compararea datelor din figura 7 cu cele reproduse anterior arată că acestea coincid, deci avem de fapt : $m_1 = n = 2n_0$,

iar pentru determinarea acestui coeficient de penetrabilitate se pot folosi relaţiile prezentate anterior. În aceste condiţii ecuaţia (8) devine :

$$d_{zr} = n^{1/3}\mathrm{Ar}_0^{1/3}d_0 \qquad (8,\ b)$$

Coeficientul de penetrabilitate n se poate determina şi grafic (fig. 7).

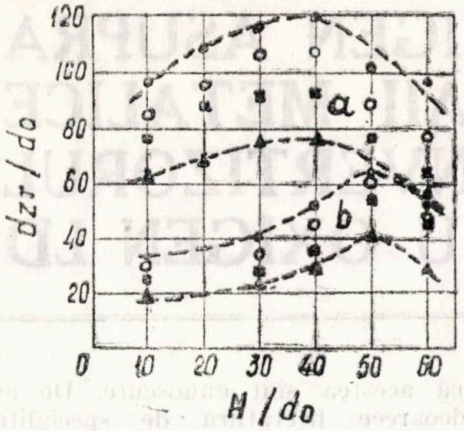


Fig. 7. Dependenţa coeficientului de penetrabilitate n de Ar [6]:
0 — $\frac{H}{d_0} = 0$, lance plasată la nivelul băii, $m_1 = f(\mathrm{Ar}_0)$;
Δ — $\frac{H}{d_0} > 0$, la care $m_1 = f(\mathrm{A'_{rx}})$ pentru care $d'_x = 0{,}46H$ curba 2;
● — $\frac{H}{d_0} > 0$, la care $m_1 = f(\mathrm{ar_x})$, pentru care $d_x = H/\beta$

Fig. 7. m_1 penetration coefficient dependence on Ar [6]:
0 — $H/d_0 = 0$, lance positioned at bath level, $m_1 = f(\mathrm{Ar}_0)$;
Δ — $\frac{H}{d_0} > 0$, where $m_1 = f(\mathrm{A'_{rx}})$ for which $d'_x = 0.46H$, curve 2

Din modul de fundamentare a relaţiei (8), rezultă că prin *această relaţie* se *determină* de fapt doar diametrul zonei primare de reacţie, conform terminologiei folosite de Baptizmanski, deci *valoarea inferioară a diametrului zonei de reacţie*. În condiţiile specifice din convertizor, cu lancea situată la o anumită distanţă faţă de baia metalică, $H/d_0 > 0$, jetul de oxigen antrenează şi o serie de gaze insolubile sau parţial solubile în baia metalică, ceea ce face ca, la impactul acestuia cu baia metalică, oxigenul în jetul incident să aibă o concentraţie mai redusă şi, deci, dintr-un gaz solubil să devină un amestec de gaze mai puţin solubil, situaţie în care efectul jetului invers, reflectat, să nu mai poată fi neglijat. Determinarea, în acest caz, a diametrului zonei de reacţie D_{zr}, făcută pe baza datelor experimentale, rezultate din modelarea suflării unui gaz insolubil într-un lichid dat, a arătat că acesta [2], [15] este descris satisfăcător, printr-o relaţie de tipul :

$$\frac{D}{d_0} \sim 1{,}47\ \mathrm{Ar}_0^{0.35} \qquad (9)$$

Analiza acestei relaţii, în comparaţie cu relaţia (8,*b*) arată că, în cazul impactului cu un jet format dintr-un gaz insolubil, pentru condiţii comparabile ale parametrilor de insuflare, diametrul zonei de reacţie este mult mai mare (diferenţa provenind din faptul că $n \leqslant 1$).

Au fost propuse [15] şi alte relaţii pentru determinarea valorii lui D_{zr}, care însă nu diferă principial de cea redată prin relaţia (9) ; aceasta, împreună cu lipsa unui număr suficient de date experimentale, care nu ne permit să facem analize comparative, ne face să credem că pentru studii tehnologice poate fi aleasă oricare din relaţiile menţionate.

* * *

Pentru analiza comparativă a influenţei *diferiţilor* factori ai interacţiunii jetului de oxigen cu baia metalică asupra celor doi parametri ai zonei de reacţie, adîncimea şi diametrul, ne vom referi la cazul $\mathrm{Ar}_x > 10$ şi $H/d_0 > 0$, explicitînd în consecinţă relaţia (8). În aceste condiţii vom avea :

$$d_{zr} = 1{,}26\left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^{1/6}\frac{W_0^{1/3}d_0^{1/3}}{g^{1/6}}\frac{H^{1/2}}{\beta^{1/2}} \qquad (8,c)$$

iar pentru adîncimea zonei de reacţie :

$$h_{zr} = \mathrm{Ar}_0^{1/2}d_0\left(\frac{d_0\beta}{H}\right)^{1/2} = \frac{W_0 d_0}{g^{1/2}}\frac{\beta^{1/2}}{H^{1/2}}\left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^{1/2} \qquad (10)$$

din compararea cărora rezultă următoarele :

- înălţimea zonei de poziţionare a lăncii are influenţă inversă asupra diametrului zonei de reacţie faţă de influenţa pe care o are asupra adîncimii acesteia ;
- diametrul zonei de reacţie este mai puţin sensibil faţă de parametrii de suflare (evidenţiaţi în aceste ecuaţii prin valoarea vitezei) comparativ cu adîncimea zonei de reacţie ;
- diametrul duzei acţionează în acelaşi sens cu viteza, atît asupra adîncimii cît şi asupra zonei de reacţie.

Conf. dr. ing.
VASILICA DINA

Institutul
Politehnic
București

CZ: 669.184.244.86

ASPECTE PRIVIND INFLUENȚA CANTITĂȚII DE MIȘCARE A JETULUI DE OXIGEN ASUPRA DINAMICII BĂII METALICE DIN CONVERTIZORUL CU OXIGEN LD

Procesele fizico-chimice din baia metalică a convertizorului cu oxigen (oxidarea, topirea fierului și a varului, omogenizarea termică) sînt puternic influențate de interacțiunea jet de O_2—baie metalică, jetul reprezentînd atît sursa de oxigen cît și unul din promotorii stării de agitare a băii, alături de bulele de CO care se elimină din baie pe măsură ce se formează.

Literatura de specialitate precizează că cea mai mare pondere în agitarea băii o au bulele de CO, dar viteza de producere (viteza de oxidare a C) și de degajare a lor este substanțial determinată de intensitatea transferului de masă, care aici este preponderent convectiv, deci direct proporțional cu gradul de agitare a băii. Cu cît jetul de oxigen va penetra mai profund baia (dar nu peste limita maximă admisă: $h_c \leqslant h_B$ în care h_c reprezintă adîncimea cavității formate de jet în baie, iar h_B adîncimea băii) și în mai multe zone, cu atît gradul de agitare va fi mai bun.

Așa cum este cunoscut, jetul de oxigen este caracterizat de intensitatea specifică de suflare (I_{O_2}), m³N/t/min, de viteza medie (w_j), m/s, și de parametrii geometrici (lungimea $h_j = h_s + h_c$, unde h_s este înălțimea de suflare; diametrul d și unghiul de evazare α). Prin urmare, jetul este purtătorul unei cantități de mișcare ($M_j = I_{O_2} \cdot w_j \cdot C \cdot \rho_{O_2}$) pe care o transferă băii metalice ($M_j \rightarrow M_{j-B}$) și care se materializează în intensitatea de agitare a acesteia.

Asigurarea unui grad avansat de agitare a băii metalice determină accelerarea transportului oxigenului la suprafața de reacție, eliminarea rapidă a bulelor de CO, omogenizarea termică și topirea rapidă a bucăților solide de fier vechi; altfel spus, dinamica băii metalice joacă un rol primordial în desfășurarea proceselor fizico-chimice din interiorul acesteia.

Lucrarea nu-și popune să dezvolte aspecte privind cinetica reacțiilor din baie, considerînd că acestea sînt cunoscute. De asemenea, deoarece literatura de specialitate a acordat spații largi evoluției procesului de-a lungul timpului, mai ales din punctul de vedere al duratei șarjei, nu se va mai insista asupra acestui aspect. Se amintește doar că unul din parametrii prin care s-a acționat în sensul creșterii performanțelor convertizorului a fost intensitatea specifică de suflare (I_{O_2}) care a crescut de la 2,0 — 2,5 la 4 — 5 m³N/t, min, și uneori chiar la 6 — 7 m³N/t/min, la convertizoare de capacități mari (C > 150 t). Mărirea intensității de suflare a permis, pe de o parte, divizarea jetului și, pe de altă parte, reducerea înălțimii de suflare. Au fost stabilite chiar și relații care definesc gradul de divizare (numărul de subjeturi) minim și maxim [2], [4], [5].

De exemplu:

$$\begin{cases} n_{min} = k_1 \dfrac{I'_{O_2} \cdot h_B^b}{(V_{conv})^c} \\ \\ n_{max} = k_2 \dfrac{I'_{O_2} \cdot C}{(V_{conv})^a \cdot h_B^{(1-b)}} \end{cases} \quad (1)$$

Se poate constata că numărul de subjeturi este determinat de intensitatea specifică de suflare pe un subjet (I'_{O_2}) și de caracteristicile convertizorului: capacitatea (C), volumul specific (v_{conv}), adîncimea băii (h_B).

O dată cu divizarea jetului, s-a pus problema unghiului optim de evazare a subjetului (α), unii cercetători [5] indicînd valori ale acestuia cuprinse între 8 și 16 grade, precum și a unghiului de dispunere a subjeturilor față de axa lăncii (β), pentru care alți autori au propus

valori de 12 — 16 grade [1]. Reducerea înălţimii de suflare (h_s) are efecte pozitive asupra gradului de utilizare a O_2 în baia metalică drept urmare a reducerii pierderilor de O_2 din jet la frecarea acestuia cu atmosfera convertizorului. Au fost luate măsuri de protejare a capului lăncii (răcirea mai intensă a acestuia).

Sînt însă numeroase probleme neelucidate în domeniul dinamicii convertizorului, de exemplu limita maximă a valorilor pînă la care poate să crească intensitatea specifică de suflare (teoretic, în baie poate fi introdusă dintr-o dată toată cantitatea de oxigen stoichiometric necesară oxidării). De asemenea, nu se iau în considerare aspectele negative ale creşterii intensităţii de suflare şi cele ale unei divizări aleatorii ca : pierderi de metal prin împroşcări, pierderi de O_2 antrenat de picăturile de metal, uzura căptuşelii (mai ales în partea de jos a convertizorului, unde apare pericolul perforării), limita admisă pentru adîncimea cavităţii formate de jet în baie etc.

În lucrarea de faţă se prezintă rezultatele cercetărilor întreprinse pe un model fizic de convertizor, cu privire la corelaţiile care se statornicesc între cantitatea de mişcare introdusă în baia metalică şi parametrii interacţiunii jet de O_2-baie, concretizaţi prin : adîncimea (h_c) şi diametrul (d_c) cavităţii formate de jet în baie, gradul de agitare a băii ($\tau_{ia} = 1/\tau$), unde (τ) este durata în care o substanţă nemiscibilă cu apa (care simulează baia metalică) se amestecă uniform în toată masa de lichid, cantitatea de pierderi de lichid prin împroşcări (Q).

S-a lucrat pe modelul fizic al unui convertizor de 150 t (existent la Galaţi), redus la scara 1/10, jetul de O_2 fiind înlocuit cu jet de aer.

Pentru asigurarea similitudinii rezultatelor de pe model cu cele reale (industriale) s-a luat drept criteriu adimensional de similitudine criteriul Arhimede (Ar), care descrie cel mai fidel procesul dinamic din convertizor.

Astfel, din egalitatea :

$$Ar_m = Ar_{real} = \frac{\rho_g}{g_l} \cdot \frac{w_g^2}{g \cdot h_B}$$

în care : ρ_g şi ρ_l sînt densităţile gazului insuflat, respectiv ale băii, kg/m³ ; w_g — viteza gazului insuflat la ieşirea din ajutaj, m/s ; h_B — adîncimea băii, m.

Se calculează viteza jetului (jeturilor) la ieşirea din ajutaj în condiţiile experimentului, adică ale aerului :

$$w_a = \left(\frac{\rho_{apă}}{\rho_{oţel}} \cdot \frac{h_{B(apă)}}{h_{B(oţel)}} \cdot w_{O_2} \cdot \rho_{O_2} \right)^{1/2} \qquad (2)$$

$$h_{B(apă)} = 1/10 \cdot \frac{\nu_{apă}}{\nu_{oţel}} \cdot h_B$$

unde : ($\nu_{apă}$) şi ($\nu_{oţel}$) reprezintă viscozitatea apei, respectiv a oţelului, m²/s ; ρ_a — densitatea aerului, kg/m³.

Au fost folosite ajutaje convergent-divergente cu prag rotunjit (fig. 1) cu dimensiunile : $d = 7 - 13$ mm ; $\alpha = 6 - 9$ grade ; raport $d/l = 1/1,\ 5 - 1/2,3$; aceste valori sînt stabilite prin experimentări preliminare, pentru înălţimi de suflare h_s şi intensităţi de suflare I_{O_2} uzuale, obţinîndu-se rezultatele cele mai bune cu privire la pierderile prin împroşcări (foarte reduse) şi la intensitatea de agitare a băii (foarte bună).

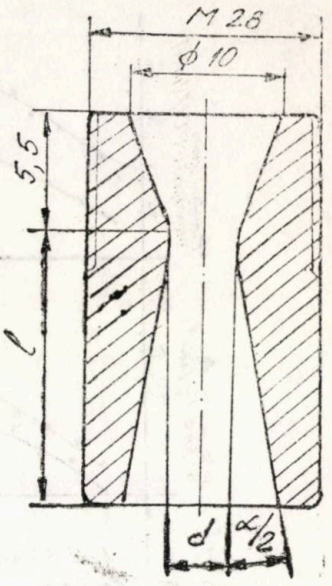


Fig. 1. Ajutaj convergent-divergent cu prag rotunjit

Fig. 1. Convergent/divergent nozzle with round lip

Pentru o primă fază s-au făcut experimentări cu jet nedivizat, pentru a se scoate în evidenţă efectul calitativ al modificării cantităţii de mişcare M_{j-B} asupra parametrilor Q, h_c, $1/\tau$ amintiţi anterior.

Cantitatea de mişcare transferată băii este :

$$M_{j-B} = \tau_{ij-B} = \eta_{ij-B} \cdot I_a \cdot w'_a \cdot \rho_a,\ \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \qquad (3)$$

unde : I_a este intensitatea de suflare a aerului, m³N/s ; η_{ij-B} — randamentul de utilizare a gazului în baie : $\eta_{ij-B} = \frac{I_{O_2B}}{I_{O_2}}$ în care I_{O_2B} este oxigenul (aerul) care ajunge în baie, iar I_{O_2} — oxigenul suflat prin ajutaj (pentru experimentări s-a apreciat că $\eta_{ij-B} = 0,85$) ; w'_a — viteza jetului la suprafaţa băii liniştite, m/s :

$$w'_a = \frac{0,96 \cdot d}{0,16 \cdot h_s + 0,29 \cdot d} \cdot w_a \qquad (4)$$

Rezultatele experimentărilor sînt redate în figura 2. Se precizează faptul că fiecare punct este media simplă (aritmetică) a şase valori (de cîte ori s-a repetat experimentul), pentru această etapă fiind suficientă prelucrarea ; s-a urmărit deocamdată corelaţia calitativă.

Creşterea cantităţii de mişcare este posibilă fie prin creşterea intensităţii de suflare, care pentru acelaşi diametru al ajutajului determină creşterea vitezei w_a, fie prin micşorarea înălţimii de suflare h_s (4).

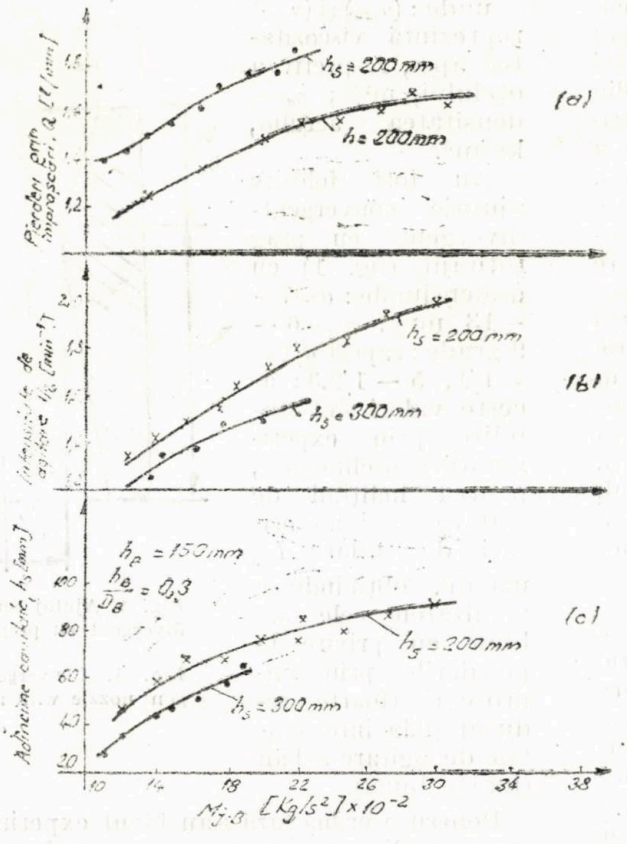


Fig. 2. Influența cantității de mișcare a jetului de gaz insuflat asupra parametrilor: $a - Q$; $b - 1/\tau$; $c - h_c$

Fig. 2. Influence of gas jet kinetic quantity on following parameters: $a - Q$; b — $1/\tau$; $c - h$

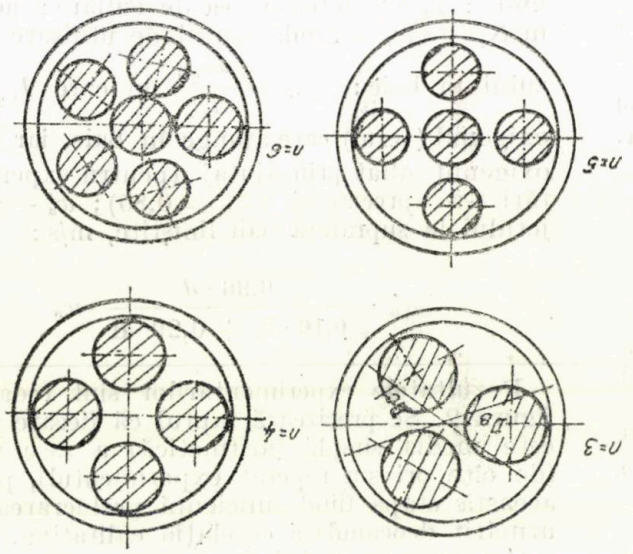


Fig. 4. Corelația dintre intensitatea de suflare I_a, numărul de subiecți n și viteza unui subiect w_{sj}; valorile corespund cazului real: C = 150 t; I_{O_2} = 300 – 500 m³ N/min; d = 40 mm

Fig. 4. Correlation between blast intensity, I_a, subjets number, n, and the speed of one subjet, w_{sj} (values are according to real case: C = 150 t; I_{O_2} = 300 – 500 m³N/min; d = 40 mm)

Fig. 3. Poziționarea ajutajelor în capul lăncii (proiecție pe suprafața băii liniștite)

Fig. 3. Nozzle position in lance tip (projection on quiet bath surface)

O dată cu creșterea cantității de mișcare transferate băii crește gradul de agitare a băii și adîncimea cavității, precum și cantitatea de pierderi prin împroșcare. Prin reducerea înălțimii de suflare se obțin rezultate mai bune din toate punctele de vedere, dar există limita $h_c \leqslant h_B$ de care trebuie să se țină seamă.

S-a trecut apoi la experimentări cu jet divizat (mai multe subjeturi). În acest caz, cantitatea totală de mișcare transferată băii este: $M_{j-B} = n \cdot M_{sj-B}$, unde n reprezintă numărul de subjeturi.

În figura 3 se prezintă modul de poziționare a ajutajelor în capul lăncii pentru modelul fizic adoptat, $n = 3 - 6$ fiind acoperitor situațiilor reale.

Înainte de prezentarea rezultatelor, sînt necesare cîteva precizări cu privire la faptul că apar situații care trebuie luate în seamă, referitoare la modificarea cantității de mișcare M_{j-B}, și anume:

— dacă crește I_{O_2}, va crește și w_{O_2sj} — viteza subjetului, pentru același n, fără să se modifice parametrii h_s, d, α;

— dacă se menține constant I_{O_2} și se modifică n, viteza subjetului se va micșora o dată cu creșterea acestuia, ceilalți parametri rămînînd constanți.

În figura 4 se prezintă corelația $I_{O_2} - w_{O_2sj} - n$ pentru cazul real luat ca model.

În realitate, modificarea numărului de ajutaje n trebuie însoțită de modificarea corespunzătoare a diametrului ajutajelor, astfel încît viteza subjeturilor să rămînă aproximativ constantă.

În experimentările întreprinse s-a lucrat astfel:

I — Pentru un volum de aer insuflat I_a, m³N/s, constant, o dată cu creșterea numărului de ajutaje n s-a modificat corespunzător diametrul d, așa încît pentru orice n să rămînă constantă cantitatea de mișcare m_{sj-B}. Rezultă că mărirea cantității de mișcare totale transferate băii M_{j-B} se realizează doar prin creșterea numărului de subjeturi n, corespunzător scăderii diametrului d:

$$M_{sj-B} = I'_a \cdot w_{asj} \cdot \rho_a = \frac{I_a}{n} w_{asj} \cdot \rho_a = \text{const.} \tag{5}$$

și

$$w_{asj} = \frac{4 \cdot I'_a}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot I_a}{n \cdot \Pi \cdot d^2}, \text{ m/s}$$

unde I'_a este intensitatea de suflare pe un subjet, m³N/s.

Rezultă că:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot I_a}{n \cdot \Pi \cdot w_{asj}}}, \text{ m} \tag{6}$$

Este evident faptul că pentru I_a = const. w_{asj} trebuie să crească (3) o dată cu creșterea lui n; prin urmare, trebuie să scadă d.

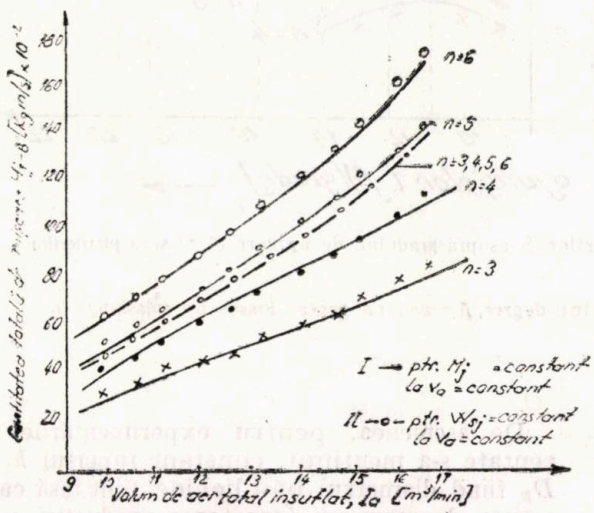


Fig. 5. Evoluția cantității de mișcare totale a subjeturilor M_{j-B} cu intensitatea de suflare I_a și numărul de subjeturi n, în variantele studiate

Fig. 5. Evolution of total subjet kinetic quantity M_{j-B} with blast intensity I_a, and the subjets number in the studied versions

II — La un volum de aer insuflat I_a constant, prin creșterea numărului de ajutaje n se urmărește menținerea constantă a vitezei w_{asj}; deci $M_{sj-B} \neq$ const., iar $M_{j-B} = n \cdot M_{sj-B} = n \cdot I_a/n \cdot (w_{asj} \cdot \rho_a)$.

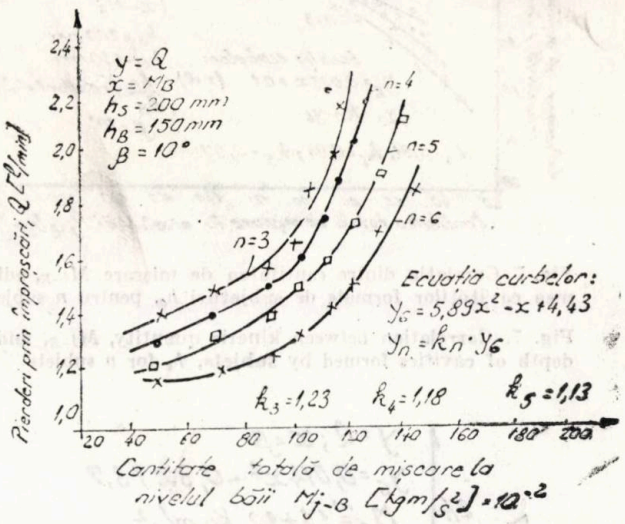


Fig. 6. Influența cantității de mișcare M_{j-B} asupra cantității pierderilor de metal prin împroșcări Q, pentru n subjeturi

Fig. 6. Influence of kinetic quantity, M_{j-B} on the metal losses by splashing, Q, for n subjets

În condițiile precizate rezultă că M_{j-B} depinde doar de I_a. Practic, se ajunge la această situație tot prin modificarea diametrului d.

Creșterea intensității de suflare va determina creșterea cantității totale de mișcare M_{j-B}, dar în mod diferit (fig. 5). Calculele au fost efectuate în condițiile debitelor de aer insuflat corespunzătoare unor intensități de suflare a oxigenului $I_{O_2} = 300 - 500$ m³N/min (1).

Se constată eficiența lucrului în prima variantă (menținîndu-se constantă cantitatea de mișcare pe subjeturi la o valoare maximă posibilă sau optimă) și modificarea cantității totale de mișcare prin modificarea numărului de subjeturi. Acest lucru trebuie corelat însă cu o înălțime de suflare h_s și un unghi de dispunere a ajutajelor β față de axa lăncii favorabile realizării dinamicii optime a băii lichide cu pierderi minime de metal prin împroșcări.

În continuare se prezintă rezultatele experimentărilor care au vizat de data aceasta și corelații cantitative între parametrii luați în studiu. În figurile 6 — 8 se sintetizează influența cantității totale de mișcare M asupra cantității de pierderi prin împroșcări Q, a adîncimii cavității formate de jet în baie h_c și a intensității de agitare $1/\tau$. Rezultatele s-au prelucrat cu metoda celor mai mici pătrate, considerîndu-se suficient de potrivită în acest caz,

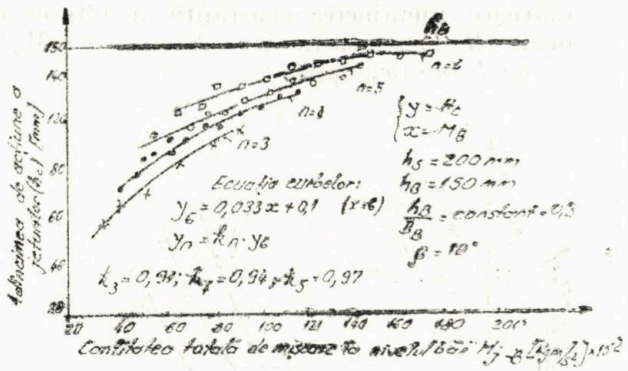


Fig. 7. Corelația dintre cantitatea de mișcare M_{j-B}, adîncimea cavităților formate de subjeturi h_c, pentru n subjeturi

Fig. 7. Correlation between kinetic quantity, M_{j-B}, and the depth of cavities formed by subjets, h_c for n subjets

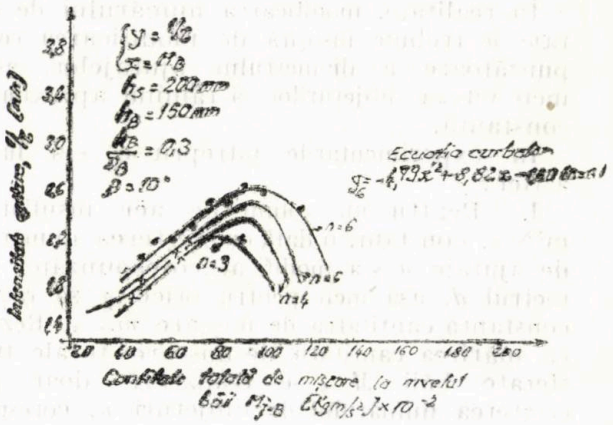


Fig. 8. Modificarea gradului de agitare a băii ($1/\tau$) cu cantitatea de mișcare M_{j-B} și numărul de subjeturi n

Fig. 8. Variation of bath stirring degree, $1/\tau$, as a function of kinetic quantity, M_{j-B} and the subjets number, n

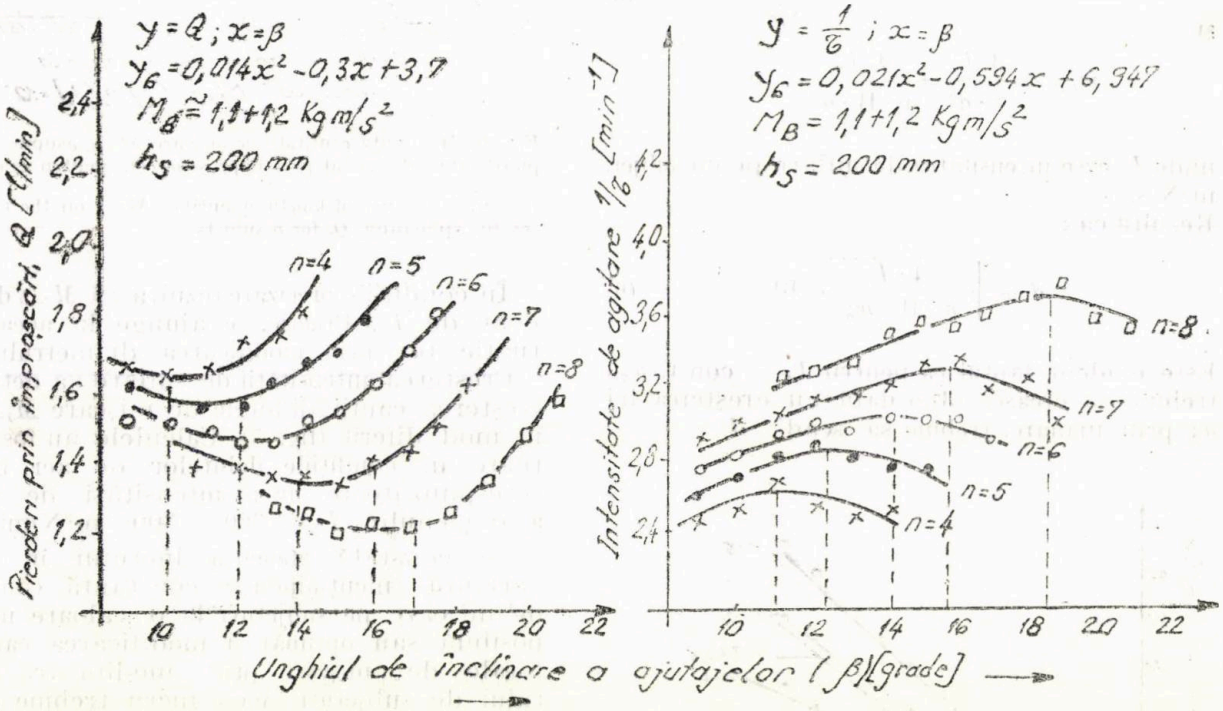


Fig. 9. Influența unghiului de dispunere a subjeturilor β asupra gradului de agitare ($1/\tau$) și a pierderilor prin împroșcări Q la n subjeturi

Fig. 9. Influence of subjets position angle, β, on stirring degree, $1/\tau$ and on metal losses by splashing, Q, for n subjets

În figura 9 se prezintă modul în care unghiul de dispunere a ajutajelor β influențează parametrii studiați.

Înălțimea de suflare adoptată în experimentări este corespunzătoare unor înălțimi reale de suflare $h_s = 1{,}2 - 1{,}3$ m (pentru cazul studiat). Într-o etapă următoare se vor avea în vedere experimentări și la înălțimi variabile, dar efectul va fi sigur cel prezentat în figura 2.

De asemenea, pentru experimentările prezentate s-a menținut constant raportul h_B/D_B, D_B fiind diametrul băii lichide. Sînt însă cazuri cerute de moment (creșterea producției specifice pe același volum de convertizor), evident cu unele consecințe negative cînd trebuie să crească înălțimea băii h_B. Pentru un convertizor dat de o anumită capacitate C, această creștere trebuie să aibă în vedere ca efectul de

debordare să nu se producă $h_B + h_o < h_{conv}$; h_o este înălțimea pe care se manifestă „spuma". După Baptizmanski [3] această înălțime se poate determina în funcție de I'_{O_2} și n.

În experimentările pe model s-a modificat raportul h_B/D_B prin modificarea nivelului apei, iar rezultatele obținute cu privire la intensitatea agitării $1/\tau$ (ceilalți parametri au fost influenți în mod nesemnificativ) sînt prezentate în figura 10. După valori ale raportului de peste 0,36, situația se înrăutățește, dar nici valorile prea mici nu sînt recomandabile, deteriorîndu-se atît dinamica băii, cît și producția specifică.

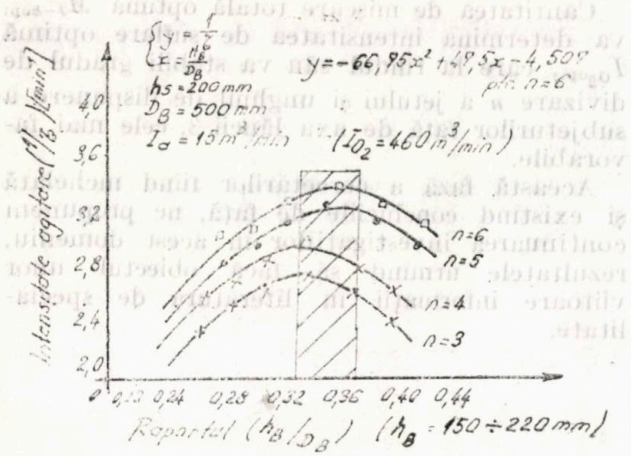


Fig. 10. Influența raportului h_B/D_B asupra intensității de agitare $(1/\tau)$

Fig. 10. Influence of h_B/D_B ratio on stirring intensity, $1/\tau$

Concluziile care se desprind în urma acestui grupaj de experimentări sînt edificatoare și, coroborate cu aspectele teoretice și cu rezultate obținute la „cald" (experimentări industriale), permit afirmația că există posibilitatea determinării unor corelații matematice (și grafice) între factorii care descriu regimul de insuflare a oxigenului în convertizor: I_{O_2}, n, h_s, β, ținîndu-se seamă și de dimensiunile băii metalice: h_B și D_B.

Concluzii

O sinteză finală a celor prezentate în această lucrare se materializează în următoarele precizări, care decurg logic din desfășurarea experimentelor și compararea cu situații reale (practice):

Pentru forma și dimensiunile ajutajelor considerate ca fiind cele mai bune, rămîn ca parametri de studiu intensitatea de suflare a oxigenului I_{O_2}, divizarea jetului n, unghiul de dispunere a ajutajelor în axa lăncii β și înălțimea de suflare h_s.

Intensitatea de suflare este determinată în principal de cantitatea totală de mișcare care trebuie transferată băii M_{J-B} astfel încît dinamica acesteia să fie cea mai favorabilă proceselor fizico-chimice care au loc în baie, în condiții de pierderi minime de metal și oxigen și de uzură redusă a căptușelii convertizorului.

Creșterea cantității totale de mișcare transferată băii favorizează dinamica acesteia și a celorlalți parametri amintiți, pînă la o anumită valoare, după care continuarea creșterii devine puternic nefavorabilă; prin urmare, există o valoare optimă pentru M_{J-B}.

Din experiențele efectuate (în număr foarte mare și pe o perioadă de timp îndelungată) a fost posibilă determinarea celei mai bune situații din punctul de vedere al valorilor parametrilor studiați în raport cu cantitatea de mișcare totală. Aceasta se înregistrează atunci cînd diametrul D_c al cercului circumscris cercurilor formate de subjeturi la suprafața băii liniștite (fig. 3) este: $D_c = (0{,}8 - 0{,}85)\ D_B$

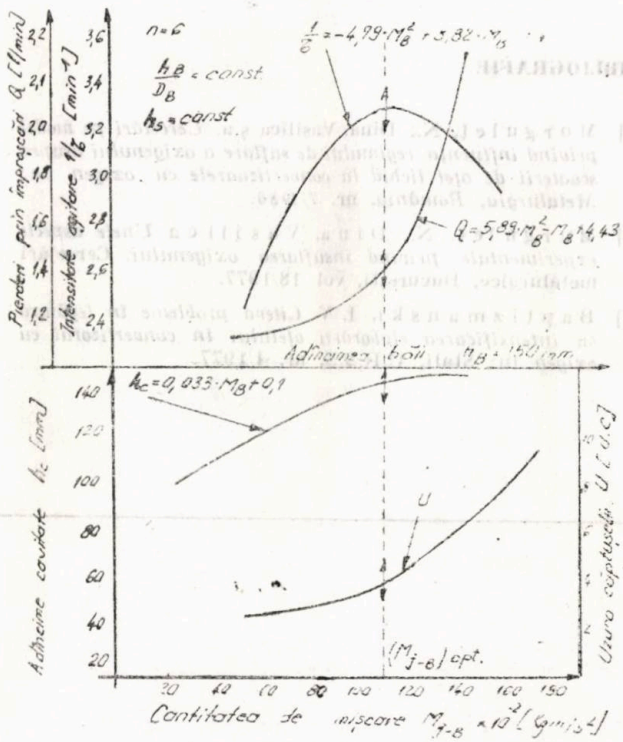


Fig. 11. Sintetizarea corelației dintre cantitatea de mișcare transferată băii M_{J-B} și parametrii studiați: Q, h_c și U la $n = 6$ și $h_s = 200$ mm

Fig. 11. Correlation between kinetic quantity transferred to bath M_{J-B}, and the analysed parameters Q, l_c and U for $n = 6$ and $l_s = 200$ mm

și adîncimea cavităților $h_c = (0{,}80 - 0{,}82) \cdot h_B$. Întreaga baie (de apă) este „împănată" cu bule de aer și se constată o mișcare uniformă în tot volumul băii. Se poate considera că acestei situații îi corespunde o valoare optimă a cantității totale de mișcare (fig. 11).

Cu valoarea $M_{j-B\text{opt}}$ se calculează o valoare medie a vitezei de mișcare w_B a băii lichide.

Cantitatea totală de mișcare a jeturilor, transferată băii, se convertește în cantitatea de mișcare a acesteia, cu un anumit randament :

$$\eta \cdot M_{j-B} = M_B \text{ sau}$$

$$\eta \cdot I'_a \cdot \rho_a \cdot w_a \cdot n = \frac{\pi \cdot D_c^2}{4} \cdot h_c \cdot w_B \cdot \rho_{\text{apă}} \tag{7}$$

Pentru $\eta = 0{,}9$; $n = 6$ și D_c, h_c cu valorile precizate mai sus, la I_a corespunzător unui $I_{O_2} = 450$ m³N/min, rezultă (pentru apă) $w_B = 5{,}38 - 5{,}84$ m/min. Deoarece s-a lucrat în condiția de $Ar_m = Ar^{real}$, căreia i se alătură acum condiția $Re_m = Re_{real}$ pe toate direcțiile' se obține, în cazul băii de oțel :

$$w_{\text{oțel}} = \frac{\nu_{\text{oțel}}}{\nu_{\text{apă}}} \cdot w_B = 3{,}5 - 3{,}8 \text{ m/min}$$

Publicațiile de specialitate precizează valori ale vitezei de mișcare a băii $w_{\text{oțel}} = 0{,}40 - 0{,}48$ m/s. Ținîndu-se seamă de faptul că jetului i se atribuie doar 15% în realizarea acestei viteze (în calculele de mai sus numai acestea au fost luate în considerare), se obțin valori ale vitezei $w_{\text{oțel}}$ comparabile cu cele de mai sus (3,36 — 3,84). Acest fapt confirmă veridicitatea rezultatelor și a afirmațiilor conținute în lucrarea de față.

Cantitatea de mișcare totală optimă $M_{j-B\text{opt}}$ va determina intensitatea de suflare optimă $I_{O_2\text{opt}}$, care la rîndul său va stabili gradul de divizare n a jetului și unghiul de dispunere a subjeturilor față de axa lăncii β, cele mai favorabile.

Această fază a cercetărilor fiind încheiată și existînd concluziile de față, ne propunem continuarea investigațiilor în acest domeniu, rezultatele urmînd să facă obiectul unor viitoare informații în literatura de specialitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Murguleț, N., Dina, Vasilica ș.a. *Cercetări pe model privind influența regimului de suflare a oxigenului asupra scoaterii de oțel lichid la convertizoarele cu oxigen In: Metalurgia, România,* nr. 7/1980.

[2] Murguleț, N., Dina, Vasilica *Unele aspecte experimentale privind insuflarea oxigenului.* Cercetări metalurgice, București, vol. 18/1977.

[3] Baptizmanski, I. V. *Cîteva probleme în legătură cu intensificarea elaborării oțelului în convertizorul cu oxigen* In: Stali, U.R.S.S, nr. 4/1977.

[4] Kvitko, M.P. *Cercetarea procesului de elaborare a oțelului în convertizoare cu oxigen, cu intensitate ridicată de alimentare a oxigenului.* In: Staleplovilnce proizvozdstvo, U.R.S.S, nr. 6/1970.

[5] Lee, K. C. *Influența unghiului ajutajului asupra performanțelor lăncilor cu mai multe ajutaje în convertizoarele cu oxigen.* In: Ironmaking and Steelmaking, Anglia, nr. 6/1977.

[6] Katenin, B. N. *Influența construcției lăncii de suflare asupra indicatorilor elaborării în convertizor.* In: Stali, U.R.S.S, nr. 9/1980.

CERCETĂRI ASUPRA COMPACTIZĂRII PULBERILOR ŞI PREFORMELOR SINTERIZATE PRIN PRESARE OSCILANTĂ

Conf. dr. ing. I. VIDA-SIMITI
Prof. dr. ing. Şt. DOMŞA
Prof. dr. ing. T. CANTA
Şef lucr. ing. D. SĂBĂDUŞ

Institutul Politehnic Cluj-Napoca

CZ: 621.762:621.762.5

Procedeul presării oscilante (orbitale) a început să fie studiat pe plan mondial şi asupra produselor din pulberi metalice [1] — [3]. Scopul utilizării acestui procedeu este mărirea compactităţii şi creşterea proprietăţilor de rezistenţă mecanică a pieselor sinterizate.

Caracterizarea acestui procedeu este concentrarea forţei de presare pe o suprafaţă limitată („pata de contact" dintre poansonul oscilant şi suprafaţa pulberii) (fig. 1) din cea frontală, totală a pulberii, ceea ce determină o presiune de compactizare ridicată şi, deci, o densificare intensă. Avantajele procedeului sînt: forţe de presare mici la suprafeţele mari ale pieselor, care astfel pot fi obţinute la compactităţi finale ridicate, posibilitatea obţinerii unor piese de forme geometrice complexe (roţi dinţate) care nu pot fi realizate prin presare clasică uniaxială.

Pentru prima dată în metalurgia pulberilor din România, prezentele cercetări îşi propun obţinerea prin presare şi matriţare oscilantă a unor produse sinterizate din pulberi feroase, cu compactităţi finale şi proprietăţi de rezistenţă mecanică ridicată, la nivelul pieselor de înaltă rezistenţă utilizate în construcţia de maşini.

Partea experimentală

Au fost presate oscilant, după o traiectorie spirală, piese inelare de Φ 26/ Φ 12 mm din pulberi de fier nealiat, slab şi mediu prealiate şi din oţel inoxidabil avînd granulaţia sub 160 μm, cu compoziţia chimică şi densitatea aparentă prezentate în tabelul 1 şi curbele de presabilitate în figura 2.

Presarea în matriţă cu manta şi miez flotante (fig. 1) s-a efectuat pe o presă specială care permite realizarea acestor mişcări [4], la forţele cuprinse între 17 şi 28,5 KN (valoare maximă realizabilă). Acestor forţe le corespund presiuni „aparente" (raportate la întreaga su-

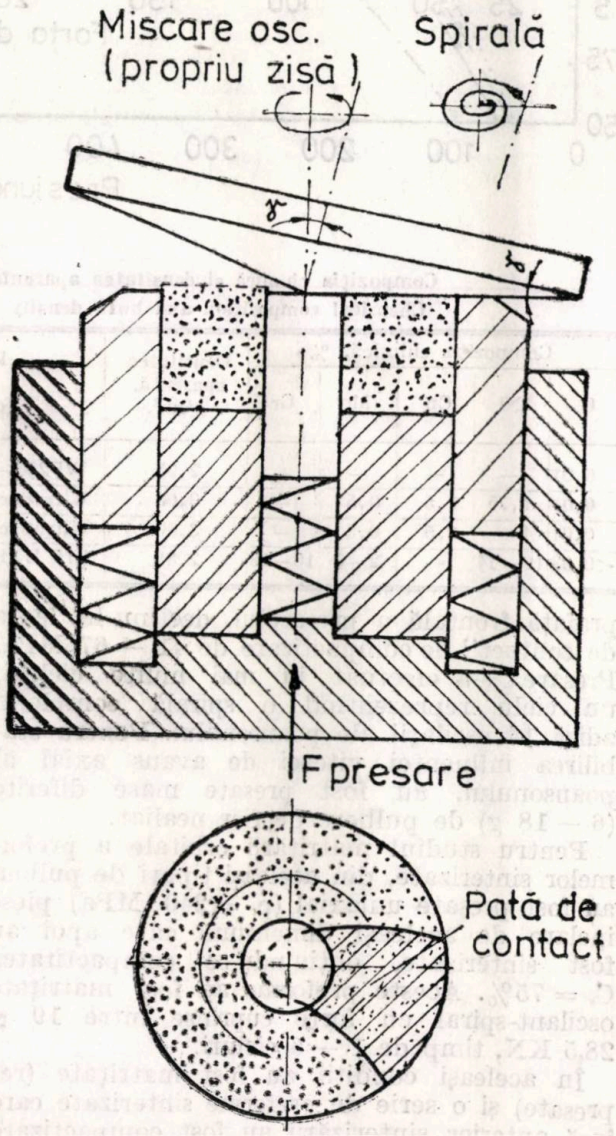


Fig. 1. Principiul presării oscilante

Fig. 1. Oscillating pressing principle

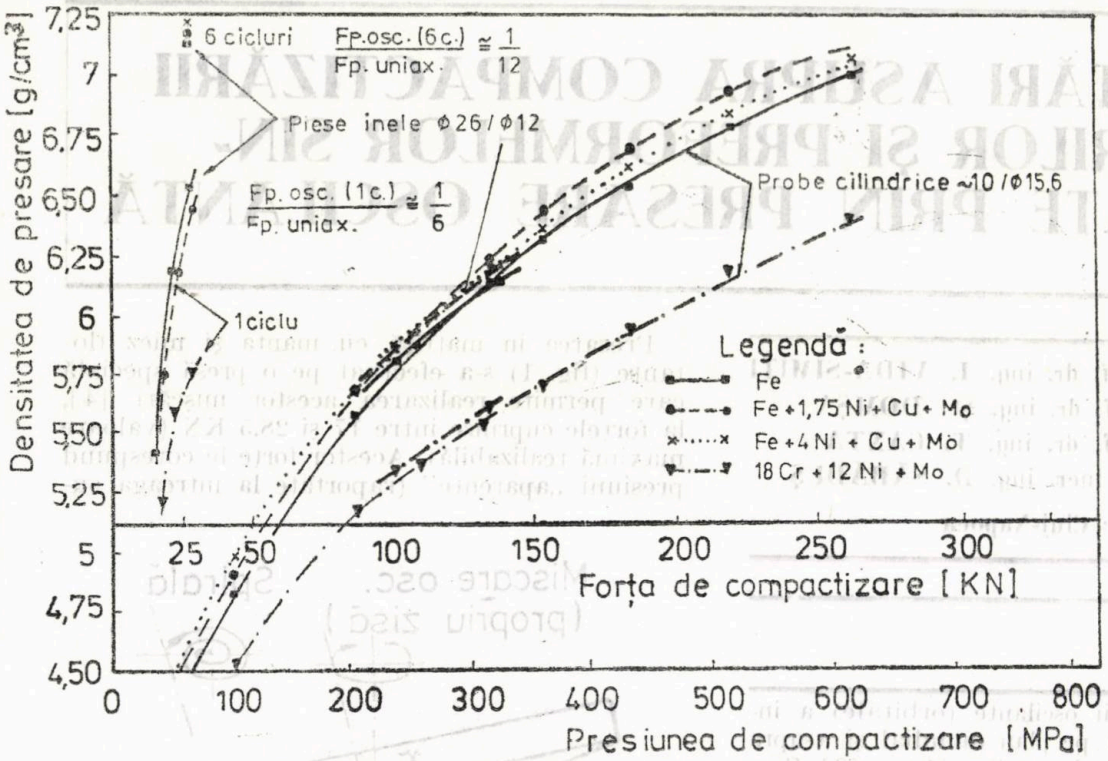


Fig. 2. Curbele de presabilitate la presarea uniaxială și oscilantă

Fig. 2. Pressing curves during uniaxial and oscillating pressing

Compoziția chimică și densitatea aparentă *Tabelul 1*
Chemical composition and bulk density *Table 1*

Compoziția chimică, %					Densitatea aparentă, g/cm³,	Denumirea pulberii (comercială)
C	Ni	Cu	Mo	Cr		
0,01	—	—	—	—	2,95	WP200—HD
0,01	1,75	1,5	0,5	—	3,00	Ultrapac A
0,01	4	1,5	0,5	—	3,00	Ultrapac E (Distaloy AE)
<0,03	10—14	—	2—3	16—18	2,85	316 L (inox)

prafață frontală a presatului, deci nu la "pata de contact" de compactizare de 41 — 67 MPa. Presarea s-a efectuat în mai multe cicluri, un ciclu reprezentînd o spirală completă, adică 14 oscilații ale poansonului. Pentru stabilirea influenței vitezei de avans axial al poansonului, au fost presate mase diferite (6 — 18 g) de pulbere de fier nealiat.

Pentru studiul matrițării orbitale a preformelor sinterizate, din aceleași tipuri de pulberi au fost presate uniaxial ($p_c = 240$ MPa) piese inelare de aceleași dimensiuni care apoi au fost sinterizate, obținîndu-se compactitatea $C_s = 75\%$. Aceste preforme au fost matrițate oscilant-spiral cu forțe cuprinse între 19 și 28,5 KN, timp de 1 — 6 cicluri.

În aceleași condiții au fost matrițate (represate) și o serie de preforme sinterizate care însă anterior sinterizării au fost compactizate tot prin presare oscilant-spirală în același regim de forțe și număr de cicluri.

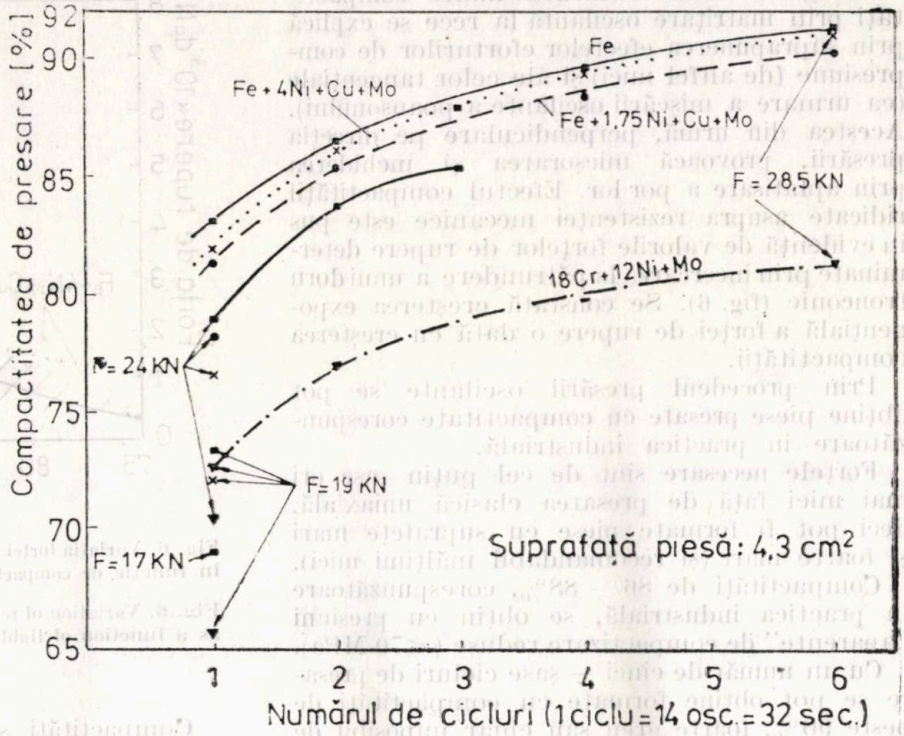
Rezultate și discuții

În figura 2 sînt redate curbele de presabilitate ale pulberilor studiate, iar spre axa ordonată sînt prezentate densitățile de presare oscilantă (spirală) ale inelelor astfel obținute, la diferite forțe și număr de cicluri. Se constată faptul că, pentru atingerea aceleiași densități, la presarea spirală cu șase cicluri este necesară o forță de aproximativ 12 ori mai mică decît cea impusă de presarea clasică uniaxială, iar în cazul aplicării unui ciclu, forța se reduce de aproximativ șase ori. Alurile curbelor aferente celor două procedee arată că, în cazul unor forțe mai mari utilizate la presarea oscilantă la un ciclu, raportul (1 :6) scade la valori mai mici.

În figura 3 se prezintă influența numărului de cicluri asupra compactității de presare la forța maximă de 28,5 KN, precum și compactitățile inelelor presate spiral la cîteva forțe mai mici. Cum era de așteptat, compactitățile cresc o dată cu mărirea ambilor parametri ai procesului. De remarcat este și tendința de creștere a compactității pieselor presate o dată cu mărirea numărului de cicluri chiar și peste 5 — 6, deși sensibil mai moderat decît la un număr mai mic de cicluri (1 — 3), cînd încă ecruisarea particulelor pulberilor nu este prea accentuată.

Fig. 3. Influența numărului de cicluri și a forței asupra compactității de presare

Fig. 3. Influence of cycle number and of force on the pressing tightness



Compactitatea avansată obținută se explică prin aceea că la presarea oscilantă, pe lîngă eforturile de compresiune dintre granulele masei de pulbere, mai apar eforturi tangențiale între straturile de pulbere ca urmare a mișcării oscilante a poansonului. Creșterea exagerată a numărului de cicluri, implicit a duratei operației de formare, nu este însă rațională din considerente economice, de productivitate și consum de energie.

Compactitățile de presare cerute de practica industrială la fabricarea pieselor de rezistență de circa 86% ($\rho_p \geq 6{,}8$ g/cm³) se obțin atunci cînd forța (limită) este de 28,5 KN, în urma aplicării a două cicluri de presare spirală.

Variația densității de presare în funcție de viteza de avans a poansonului, la forța de 28,5 KN aplicată un ciclu, este redată în figura 4. Gradul de compactizare crește sensibil o dată cu micșorarea avansului, adică o dată cu reducerea înălțimii inițiale de umplere cu pulbere a cavității matriței (împreună cu micșorarea înălțimii piesei presate).

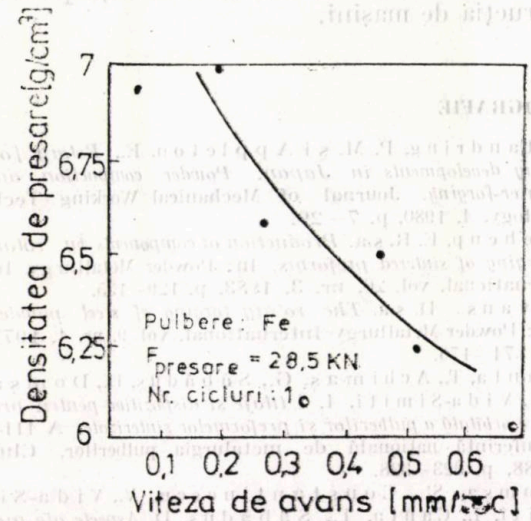


Fig. 4. Variația densității de presare în funcție de viteza de avans a poansonului

Fig. 4. Variation of pressing density depending on punch feed rate

Compactitățile obținute după matrițarea oscilantă (în spirală) a preformelor sinterizate din cele trei tipuri de pulberi feroase (presate anterior sinterizării uniaxiale) sînt redate în figura 5. Se constată creșteri sensibile (cu pînă la 18%) ale compactității preformelor, atît ca urmare a măririi forței, cît și datorită numărului de cicluri aplicate.

Creșterile compactității sînt net mai mari în cazul preformelor din pulbere de fier nealiat și mai mici pentru cele de fier aliat, fapt explicabil prin rezistența la deformare mai mare a sinterizatelor aliate, în urma difuziei nichelului și cuprului în fier.

Compactitățile finale corespunzătoare pentru piese de rezistență sinterizate (86 — 88%) pot fi, deci, obținute în cazul pulberii de fier nealiat printr-un singur ciclu de matrițare oscilantă în spirală la forțe de 28,5 KN. După mai multe cicluri (peste cinci) se obțin compactități de peste 92%, valoare satisfăcătoare pentru piese de înaltă rezistență.

O altă variantă tehnologică care a permis obținerea pieselor cu compactitate și mai ridicată este presarea oscilantă în spirală, sinterizare-matrițare oscilantă în spirală a preformelor, datorită compactității anterioare matrițării mai ridicate ($C_s = 77 - 92\%$) a preformelor. Această variantă a dus, în final, la grade de compactitate cu totul remarcabile: peste 97% la piese din fier nealiat și pînă la 92% în cazul celor din pulberi aliate, în pofida rezistenței la deformare mai mare a celor sinterizate [5].

Atingerea unor asemenea înalte compactități prin matrițare oscilantă la rece se explică prin suprapunerea efectelor eforturilor de compresiune (de altfel mici) și ale celor tangențiale (ca urmare a mișcării oscilante a poansonului). Acestea din urmă, perpendiculare pe direcția presării, provoacă micșorarea și închiderea prin aplatisare a porilor. Efectul compactității ridicate asupra rezistenței mecanice este pus în evidență de valorile forțelor de rupere determinate prin încercarea la pătrundere a unui dorn tronconic (fig. 6). Se constată creșterea exponențială a forței de rupere o dată cu creșterea compactității.

Prin procedeul presării oscilante se pot obține piese presate cu compactitate corespunzătoare în practica industrială.

Forțele necesare sînt de cel puțin șase ori mai mici față de presarea clasică uniaxială, deci pot fi formate piese cu suprafețe mari și foarte mari (și recomandabil înălțimi mici).

Compactități de 86 — 88%, corespunzătoare în practica industrială, se obțin cu presiuni „aparente" de compactizare reduse (<70 MPa).

Cu un număr de cinci — șase cicluri de presare se pot obține formate cu compactități de peste 90%, foarte greu sau chiar imposibil de obținut prin presarea uniaxială clasică.

Matrițarea oscilantă permite obținerea unor piese cu compactități de peste 92% din preforme presate uniaxial și sinterizate atît prin creșterea forței de matrițare, cît și a numărului de cicluri.

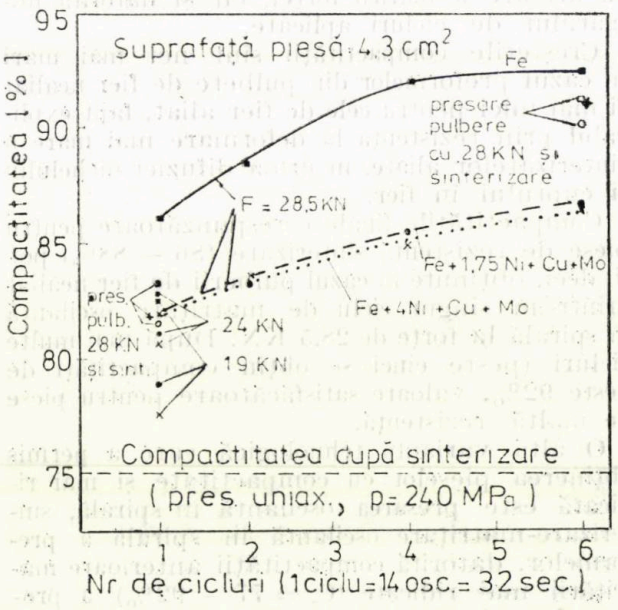


Fig. 5. Influența numărului de cicluri asupra compactității după matrițarea oscilantă

Fig. 5. Influence of cycle number on tightness after oscillating stamping

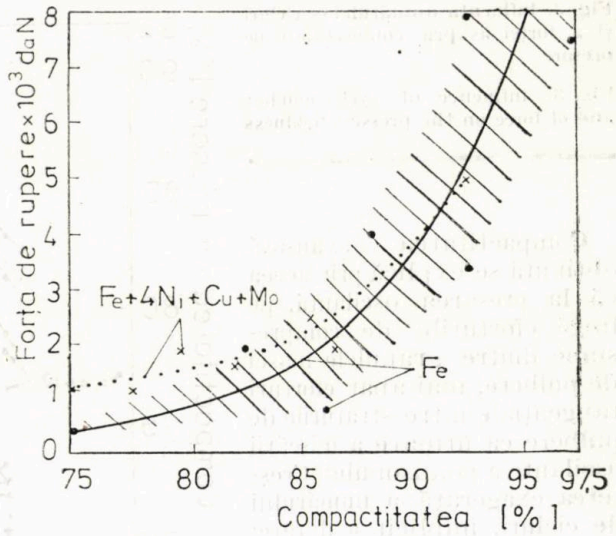


Fig. 6. Variația forței de rupere prin încercarea la pătrundere în funcție de compactitate

Fig. 6. Variation of piercing force during the penetration test as a function of tightness

Compactități și mai mari (de peste 92%) ale pieselor din pulberi aliate de fier (și chiar peste 97% în cazul celor feroase nealiate) pot fi obținute prin matrițarea oscilantă a preformelor inițial presate oscilant și sinterizate. Această variantă tehnologică permite obținerea unor piese cu suprafață mare și formă geometrică complexă și apare ca foarte promițătoare pentru practica industrială.

Rezistența mecanică și ductilitatea pieselor din pulberi obținute prin matrițare oscilantă sînt sensibil majorate, la un nivel corespunzător categoriei celor de înaltă rezistență pentru construcția de mașini.

BIBLIOGRAFIE

[1] Standring, P. M. și Appleton, E., *Rotary forging developments in Japan. Powder compaction and sinter-forging.* Journal of Mechanical Working Technology, 4, 1980, p. 7—29.

[2] Leheup, E. R. ș.a. *Production of components by rotary forging of sintered preforms.* In: Powder Metallurgy International, vol. 26, nr. 3, 1983, p. 129—135.

[3] Evans, D. ș.a. *The rotary forging of steel powder.* In: Powder Metallurgy International, vol. 9, nr. 4, 1977, p. 174—176.

[4] Canta, T., Achimaș, G., Săbăduș, D., Domșa, Șt., Vida-Simiti, I. *Utilaje și dispozitive pentru presare orbitală a pulberilor și preformelor sinterizate.* A III-a Conferință națională de metalurgia pulberilor, Cluj, 1988, p. 323—328.

[5] Domșa, Șt., Constantinescu, V., Vida-Simiti, I., Canta, T., Săbăduș, D. *Aspecte ale matrițării orbitale a preformelor sinterizate.* A III-a Conferință națională de metalurgia pulberilor, Cluj, 1988, p. 81—88.

Ing. B. VARGA
Universitatea „Transilvania" Braşov
Prof. dr. ing. M.IENCIU
Institutul Politehnic Bucureşti

CZ: 669.2/8.018

OPTIMIZAREA PARAMETRILOR DE DEGAZARE A ALIAJELOR DE ALUMINIU, PRIN MODELARE FIZICĂ

În tehnologia elaborării aliajelor de aluminiu, un loc important îl ocupă operaţia de degazare în vederea micşorării conţinutului de hidrogen.

În practica industrială degazarea topiturilor de aluminiu se realizează cu ajutorul unor fluxuri care conţin săruri uşor volatile sau/şi prin barbotare cu gaze active sau neutre.

În cazul degazării prin barbotare, s-a răspîndit tehnologia insuflării gazului în metalul lichid prin ţevi din oţel sau din grafit ale căror diametre variază între 3 şi 20 mm. Diametrul bulelor care iau naştere în topitură este determinat de diametrul orificiului de insuflare a gazului inert.

După cum este cunoscut, transferul de masă se află într-o interdependenţă directă cu mărimea suprafeţei de contact dintre topitura metalică şi bulele de gaz.

Suprafaţa specifică de contact topitură-gaz este determinată, în primul rînd, de diametrul bulelor (fig. 1).

Tehnologiile actuale de introducere a gazului inert în topitura metalică nu asigură formarea unor bule cu diametre corespunzătoare unei suprafeţe specifice de contact mare. Astfel, din figura 1 rezultă că micşorarea diametrului bulelor de la 5 la 2 mm determină creşterea suprafeţei specifice de contact de aproximativ 2,5 ori.

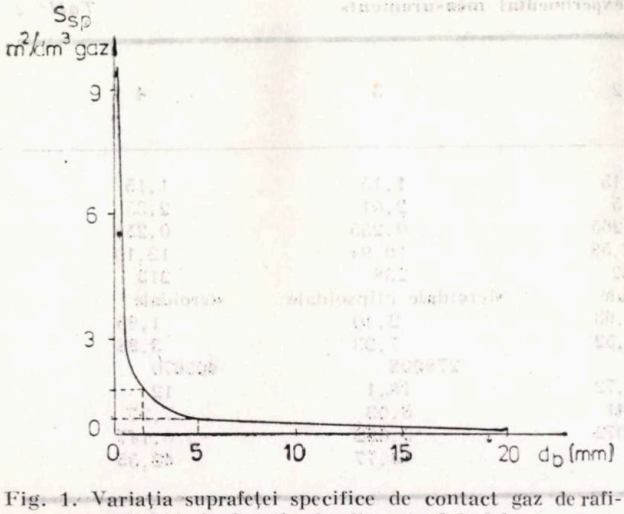


Fig. 1. Variaţia suprafeţei specifice de contact gaz de rafinare-metal lichid, în funcţie de diametrul bulelor

Fig. 1. Variation of refining gas/liquid metal contact specific area with bubble diameter

În acelaşi timp, utilizarea unor tuburi de insuflare cu diametre mai mici de 5 — 3 mm crează deja dificultăţi în exploatarea instalaţiei de degazare.

Fluxul molar de transfer al hidrogenului din volumul topiturii metalice în interiorul unei bule de gaz este determinat de relaţia:

$$J_A = K_d\,(C_{H_v} - C_{H_i}) = \frac{1}{S}\,\frac{dm}{d\tau} \qquad (1)$$

unde: C_{H_v} este concentraţia hidrogenului în aliajul lichid;

C_{H_i} — concentraţia de echilibru la interfaţa bulă-lichid;

S — aria interfaţă bulă-lichid;

$\frac{dm}{d\tau}$ — viteza transferului de masă;

K_d — coeficientul transferului de masă.

În practica degazării aliajelor ne interesează cantitatea de hidrogen transferată din topitura metalică în bulele de gaz inert. Ca urmare, relaţia (1) se va scrie sub forma:

$$m_H = S_{sp.c} \cdot \tau_c \cdot K_d\,(C_{H_i} - C_{H_v}) \qquad (2)$$

unde: τ_c este durata de contact dintre bulă şi topitură;

$S_{sp.c}$ — suprafaţa specifică de contact bulă-topitură.

După cum rezultă din analiza relaţiei (2), cantitatea hidrogenului eliminat din topitura metalică este determinată, în primul rînd, de suprafaţa specifică de contact bule-topitură şi de viteza de ridicare a bulelor de gaz inert $\left(v_r = \frac{H}{\tau_c}\right)$.

Diametrul bulei de gaz [2], care se formează prin dispersia unui debit volumic de gaz, este

dependent de: diametrul orificiului; efectul inerției lichidului; viscozitatea lichidului; densitatea lichidului; relația care există între debitul volumic de gaz și presiunea pe orificiu.

Creșterea tensiunii superficiale favorizează apariția bulelor de mari dimensiuni, în timp ce creșterea viscozității lichidului duce la formarea bulelor fine.

Autorii și-au propus să analizeze tehnologia degazării prin barbotare prin modelare fizică la rece. Topitura de aluminiu a fost modelată printr-o soluție de $H_2O - NaCl$, care redă foarte bine variația coeficientului de viscozitate dinamică a aluminiului lichid în intervalul de temperatură 760 — 720°C, interval considerat optim la elaborarea acestor aliaje.

Sensurile de variație a tensiunii superficiale și a greutății specifice la aliaj și la soluțiile $H_2O - NaCl$ sînt aceleași (tab. 1).

Pentru varianta insuflării gazului de jos în sus, introducerea gazului în lichid s-a realizat printr-un dop poros refractar cu porozitate de 24% și cu diametrul de 50 mm.

Parametrii de lucru, precum și rezultatele determinărilor experimentale sînt prezentate în tabelul 2 și figurile 2 și 4.

Graficele sînt construite cu abscisă dublă, una pentru viscozitatea soluțiilor, iar cealaltă pentru temperatura aliajului lichid, corespondența realizîndu-se prin intermediul coeficientului viscozității dinamice teoretice pentru aluminiul lichid (fig. 6).

În vederea aprecierii regimului de mișcare a bulelor în soluțiile de $H_2O - NaCl$, au fost calculate valorile numerelor Reynolds Weber și Morton [1] (tab. 3).

Prin alegerea adecvată a presiunii de insuflare și a debitului de aer, s-au asigurat con-

Tabelul 1

Variația tensiunii superficiale și a greutății specifice la aliaj și la soluțiile $H_2O-NaCl$
Variation of surface tension and of specific gravity in alloy and in $H_2O-NaCl$ solutions *Table 1*

Proprietățile \ Soluția	1 $H_2O+0\%NaCl$	2 $H_2O+5\%NaCl$	3 $H_2O+10\%NaCl$	4 $H_2O+15\%NaCl$
$\eta\left[\frac{N\cdot s}{m^2}\right]\cdot 10^3$	1,005	1,07	1,19	1,34
$\rho[kg/m^3]\cdot 10^{-3}$	1	1,03624	1,00335	1,11146
$\sigma[N/m]\cdot 10^3$	72,7	73,95	75,51	76,2

Tabelul 2

Parametrii de lucru și rezultatele determinărilor experimentale
Operating data and the results of experimental measurements *Table 2*

Parametrii \ Soluția	1	2	3	4
P, atm	1,15	1,15	1,15	1,15
Q, l/min	1,97	1,5	2,01	2,35
H, m	0,235	0,265	0,255	0,255
τ_c [s]. 10	8,617	12,59	10,94	12,10
V_r, mm/s	284	222	238	213
Forma bulelor	sferoidale elipsoidale	sferoidale	sferoidale elipsoidale	sferoidale
d_b, mm	5,30	2,63	2,40	1,95
V_b [m³]. 10^9	78,16	9,52	7,23	3,88
n_b, min^{-1}	25205	157000	278008	605670
S_b[m²]. 10^6	82,2	21,72	18,1	12
S_c, m²/min	2,22	3,41	5,03	7,27
$S_{r.c}$, m²	0,032	0,072	0,092	0,147
$S_{sp.c}$ [m²/l.min]. 10^3	16,24	48	45,77	62,55

Obs.: P este presiunea de insuflare; Q — debitul de aer; H — înălțimea coloanei de lichid; τ_c — timpul de contact; d_b — diametrul bulelor; V_b — volumul bulelor; n_b — numărul bulelor; S_b — suprafața unei bule; S_c — suprafața de contact lichid-gaz; $S_c = n_b S_b$; $S_{r.c}$ — suprafața reală de contact; $S_{r.c} = S_c \cdot \tau_c$; $S_{sp.c}$ — suprafața specifică de contact; $S_{sp.c} = S_{r.c}/Q$

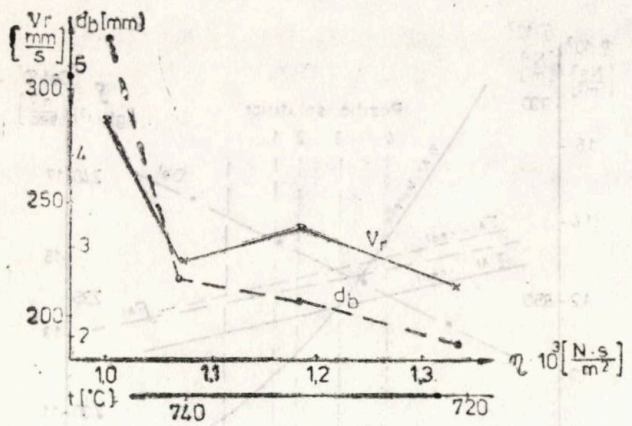


Fig. 2. Variația vitezei de ridicare și a diametrului bulei, în funcție de viscozitatea lichidului (temperatura aliajului)

Fig. 2. Variation of upward speed and of bubble diameter with liquid viscosity (alloy temperature)

diții pentru regimul cu bule dispersate (regim de bulă cu bulă).

Pe baza datelor prezentate în tabelul 3, $300 \leq N_{Re.b} < 500$; $N_{Mo.b} < 10^{-4}$, se poate afirma că bulele descriu o traiectorie în spirală, ceea ce se află în concordanță cu valorile experimentale obținute pentru $\bar{X}$ (fig. 3). În timpul insuflării aerului s-au format atît bule sferoidale cît și elipsoidale (tab. 3), fapt care se explică prin valorile foarte apropiate ale numărului lui Weber de valoarea 3,12, con-

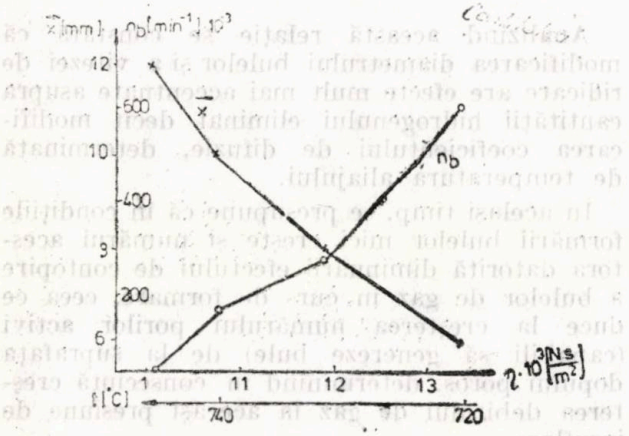


Fig. 3. Variația amplitudinii oscilației față de traiectoria rectilinie și a numărului de bule, în funcție de viscozitatea lichidului (temperatura aliajului)

Fig. 3. Variation of oscillation amplitude with the rectiliniar trajectory and the bubble number, as a function of liquid viscosity (alloy temperature)

siderată ca limită inferioară pentru bulele sferoidale.

Se constată, pe baza graficelor din figurile 2 și 3, că modificarea proprietăților fizico-chimice ale lichidului (condițiilor de formare a bulelor) de la soluția 1 la soluția 4 au determinat micșorarea diametrului bulelor de 2,72

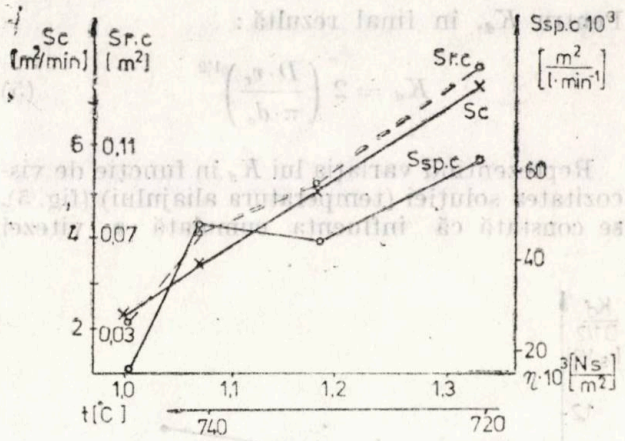


Fig. 4. Variația suprafețelor de contact lichid-aer (gaz), în funcție de viscozitatea lichidului (temperatura aliajului)

Fig. 4. Variation of liquid-air(gas) contact area with liquid viscosity (alloy temperature)

ori, a vitezei de ridicare cu 25%, iar numărul bulelor a crescut de 24 ori, ceea ce a determinat creșterea suprafeței specifice de contact de 3,85 ori.

Micșorarea vitezei de ridicare a bulelor determină creșterea timpului de contact dintre topitura metalică și bulele gazoase dar, în același timp, influențează nefavorabil valoarea coefi-

Tabelul 3

Valorile numerelor Reynolds, Weber și Morton [1]

Reynolds Weber and Morton number values [1] *Table 3*

Criteriul \ Soluția	1	2	3	4
$N_{Re.b}$	600	581	506	426
$N_{Mo,b} \cdot 10^{12}$	263	300	450	656
$N_{We,b}$	1,65	2,0178	2,38	2,56

cientului de transfer de masă dacă se admite modelul lui Higbie pentru descrierea fenomenelor de transfer de masă care au loc la degazarea aliajelor de aluminiu [1].

Conform acestei teorii, valoarea coeficientului de transfer de masă se calculează cu relația:

$$K_d = 2\left(\frac{D}{\pi \cdot \tau_H}\right)^{1/2} \quad (3)$$

unde: D este coeficientul de difuzie;

τ_H — timpul de refacere a suprafeței de contact pentru bulele sferoidale, care se calculează cu relația:

$$\tau_H = \frac{d_b}{v_r} \quad (4)$$

Pentru K_d, în final rezultă :

$$K_d = 2\left(\frac{D \cdot v_r}{\pi \cdot d_o}\right)^{1/2} \qquad (5)$$

Reprezentînd variaţia lui K_d în funcţie de viscozitatea soluţiei (temperatura aliajului) (fig. 5), se constată că influenţa cumulată a vitezei

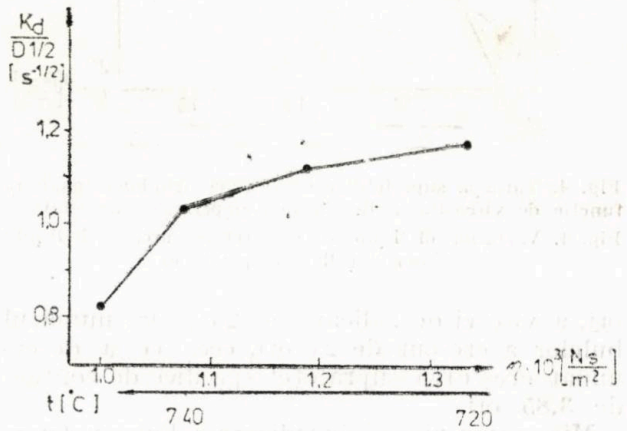


Fig. 5. Variaţia coeficientului de transfer de masă, în funcţie de viscozitatea lichidului (temperatura aliajului)

Fig. 5. Variation of mass transfer coefficient with liquid viscosity (alloy temperature)

de ridicare şi a diametrului bulelor acţionează în sensul intensificării transferului de masă între bulă şi lichid prin amplificarea coeficientului K_d.

Astfel, rezultatele obţinute pe model pun în evidenţă avantajele efectuării degazării aliajelor de aluminiu la supraincălziri moderate, ceea ce asigură formarea unei suprafeţe specifice de contact mare între gazul inert şi topitura metalică.

Prin supraincălzirea moderată a aliajului lichid, proprietăţile fizico-chimice ale topiturii (viscozitate, densitate, tensiune superficială) vor fi menţinute la valori care vor asigura atit formarea unor bule de dimensiuni mici, cit şi de valori crescînde, pentru coeficientul de transfer de masă.

O dată cu micşorarea temperaturii, valoarea coeficientului de difuzie se micşorează dar, pe ansamblu, nu influenţează negativ intensitatea procesului de degazare. Astfel, în cazul aluminiului lichid, o dată cu micşorarea temperaturii de degazare de la 760 la 720°C, valoarea coeficientului efectiv de difuzie (D_{ef}) se micşorează numai cu 11,25% (fig. 6). Această diminuare a coeficientului efectiv de difuzie este nesemnificativă faţă de majorările determinate asupra numărului şi diametrului bulelor prin modificarea proprietăţilor fizico chimice de la soluţia 1 la soluţia 4 (prin efectuarea degazării la temperaturi mai joase).

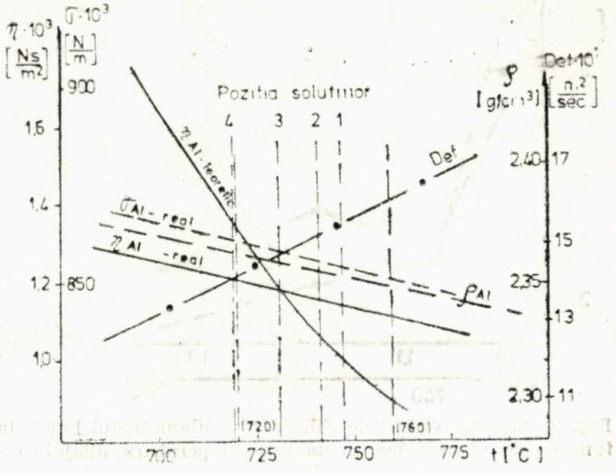


Fig. 6. Proprietăţile aluminiului lichid, în funcţie de temperatură şi de poziţionarea soluţiilor 1—4 şi în funcţie de valorile coeficientului viscozităţii dinamice teoretice a aluminiului

Fig. 6. Liquid aluminium properties as a function of temperature and position of 1—4 solutions depending on aluminium theoretical dynamical viscosity coefficient

De altfel, înlocuind relaţia (5) în expresia (2) şi prin efectuarea unor transformări rezultă relaţia :

$$m_H = \frac{12}{\pi^{1/2}} \cdot H^2 \cdot \frac{D^{1/2}}{v_r^{3/2} \cdot d_b^{3/2}} \cdot (C_{H_r} - C_{H_t}) \qquad (6)$$

Analizînd această relaţie se constată că modificarea diametrului bulelor şi a vitezei de ridicare are efecte mult mai accentuate asupra cantităţii hidrogenului eliminat decît modificarea coeficientului de difuzie, determinată de temperatura aliajului.

În acelaşi timp, se presupune că în condiţiile formării bulelor mici creşte şi numărul acestora datorită diminuării efectului de contopire a bulelor de gaz în curs de formare, ceea ce duce la creşterea numărului porilor activi (capabili să genereze bule) de la suprafaţa dopului poros, determinînd în consecinţă creşterea debitului de gaz la aceeaşi presiune de insuflare.

În continuare, experimentările au fost reluate şi la cald, prin degazarea unui aliaj ATSi2 cu argon insuflat printr-un dop poros. Degazarea s-a efectuat la temperatura de 710°C.

Eficienţa degazării s-a apreciat prin densitatea metalului solid înainte şi după degazare şi prin modificarea rezistenţei la rupere. În urma degazării, densitatea aliajului a crescut în medie cu 7% la probele turnate în cochilă din cupru. Rezistenţa la rupere a înregistrat

o creştere de 39% pe epruvetele turnate în cochile metalice.

Corelarea concluziilor obţinute pe baza experimentărilor efectuate pe modelul fizic cu rezultatele determinărilor la cald pledează în favoarea efectuării degazării aliajului lichid la supraîncălziri moderate.

Efectuarea degazării în aceste condiţii asigură o calitate corespunzătoare aliajului atît datorită evitării saturării metalului lichid cu gaze, cît şi datorită condiţiilor de formare a bulelor. În acelaşi timp, apar şi unele avantaje economice prin diminuarea consumului de combustibil.

BIBLIOGRAFIE

[1] Oprea, Fl. *Teoria proceselor metalurgice* — Bucureşti, Ed. Tehnică, 1987.

[2] Fiorea, I. *Dinamica fluidelor polifazice* — Bucureşti, Ed. Tehnică, 1987.

Revista Revistelor

ISIJ INTERNATIONAL, Japonia, 1992, nr. 4

— Producţia şi tehnologia în industria siderurgică a Japoniei în anul 1991, p. 451

Pregătirea şi îmbogăţirea minereului

— Simularea proceselor din furnal cu ajutorul unui model matematic, p. 470

— Predicţia proceselor din furnal cu ajutorul unui model matematic, p. 481

— Cinetica oxidării peletelor din ilmenit natural cimentate, p. 489

— Cinetica reducerii peletelor din ilmenit cimentate cu hidrogen, p. 496

— Comportarea minereului mărunt în furnal, p. 505

Topire şi afinare

— Modelarea fenomenelor de curgere laminară ale proceselor termochimice, p. 514

— Forma meniscului de oţel lichid sub cîmp magnetic alternativ, p. 521

— Dezoxidarea zgurilor provenite de la retopirea electrică sub zgură (ESR), p. 529

— Dizolvarea peletelor de Fe_2O_3 şi FeO în zgurile de afinare în baie, p. 538

Comportare mecanică

— Efectul duratei de menţinere asupra comportării la oboseală cu ciclu scăzut a oţelului $2\frac{1}{4}$ Cr — 1Mo, p. 545

— Analiza Al din baia de galvanizare prin imersie la cald cu Zn prin spectrometria cu fluorescenţă cu raze X, p. 553

ISIJ INTERNATIONAL, Japonia, 1992, nr. 5

— Topirea şi afinarea superaliajelor şi a aliajelor de titan, p. 557

— Topirea cu fascicul de electroni şi afinarea metalelor şi aliajelor, p. 673.

Titanul şi aliajele sale

— Turnarea continuă a aliajelor de titan prin metoda cu creuzet la rece cu inducţie, p. 575

— Efectul vitezei de oscilaţie a fasciculului asupra evaporării Al dintr-un aliaj Ti—6Al—4V în procedeul de topire cu fascicul de electroni, p. 583

— Măsurarea temperaturii suprafeţei metalului lichid în cazul topirii cu fascicul de electroni a aliajelor de titan, p. 593

— Dizolvarea elementelor refractare la aliajul de titan în cazul retopirii cu arc în vid (VAR), p. 600

— Evaporarea aluminiului din aliajele de titan în procedeul de topire cu vatră cu fascicul de electroni, p. 607

— Modificarea conţinutului de oxigen din aluminurile de titan prin inducţie în vid, inducţie în creuzet rece şi topire cu fascicul de electroni, p. 616

— Controlul compoziţiei chimice a aliajului Ti—6Al—4V în timpul topirii în cuptor cu fascicul de electroni, p. 625

Siliciul solar

— Îndepărtarea borului de siliciul metalurgic aplicînd tratamentul cu plasmă, p. 630

— Purificarea siliciului metalurgic pentru obţinerea siliciului solar prin topirea în puncte cu fascicul de electroni, p. 635

— Producerea de siliciu cu puritate ridicată prin reducerea carbotermică a silicei folosind cuptorul cu arc cu curent alternativ cu cuvă încălzită, p. 643

Metale refractare

— Topirea cu fascicul de electroni şi afinarea niobiului, p. 650

— Topirea şi afinarea cu fascicul de electroni în cuptoare cu vatră rece (EB—CHR) a metalelor refractare, p. 656

— Controlul compoziţiei metalelor refractare şi reactive în cazul topirii cu fascicul de electroni, p. 664

Superaliaje şi alte teme

— Situaţia actuală a fabricării de superaliaje pentru industria aeronautică şi alte domenii de aplicare prin procedeul VIM/VAR (topire prin inducţie în vid/topire cu arc în vid) sau VIM/ESR (topire prin inducţie în vid/retopire electrică sub zgură), p. 563

— Utilizarea filtrelor ceramice pentru producerea oţelurilor de înaltă integritate şi a aliajelor pe bază de nichel, p. 682

— Evaporarea elementelor de aliere şi comportarea reacţiilor de degazare a oţelului cu conţinut ridicat de crom în topirea cu fascicul de electroni, p. 685

— Îndepărtarea incluziunilor din oţelul inoxidabil prin topire cu fascicul de electroni, p. 693

CONTRIBUŢII LA REALIZAREA OŢELURILOR ÎNALT ALIATE (INOXIDABILE) TURNATE ÎN PIESE DE PERFORMANŢĂ

Ing. GH. CHIŢU — ICEM S.A.

CZ: 669.14.018.8

Întreprinderea de maşini grele din Bucureşti este una din puţinele uzine din lume în care se realizează echipamente pentru centrale nuclearoelectrice, turboagregate de foarte mare putere şi alte utilaje complexe destinate industriilor navale, petrochimice, metalurgice, refractare, cimentului, de extracţie a ţiţeiului de producţie specială, precum şi dotării sectoarelor calde.

Această uzină are în structura sa organizatorică cel mai mare compartiment metalurgic existent într-o uzină constructoare de maşini din Europa; este dotat cu maşini şi instalaţii moderne, care îi permit să realizeze produse corespunzătoare impuse de norme (ASME, ASTM, DIN, AFNOR, GOST, STAS, VERITAS etc.).

La multe din produsele forjate, turnate şi prelucrate, în greutate de pînă la 400 t, se utilizează şi oţeluri aliate şi înalt aliate (şi inoxidabile), care au fost studiate şi îmbunătăţite, în vederea creşterii performanţelor calitative ale produselor fabricate pentru consum intern sau destinate exportului în multe ţări.

Cercetări efectuate

În lucrarea aceasta se vor prezenta succint cercetările şi rezultatele obţinute în realizarea unor oţeluri cu un conţinut ridicat de crom, nichel, cupru şi microaliate cu aluminiu şi zirconiu. Oţelurile de acest tip s-au turnat în piese de mare complexitate, gabarit şi greutate, pentru echipamente nuclearoelectrice, hidro- şi turboagregate, prese de 12 000 tf ş. a.

Normele americane, canadiene, ruseşti etc. nu au întotdeauna compoziţiile bine definite, limitele la unele elemente fiind mult prea extinse iar la altele prea restrînse; din acest motiv, rezultă o mare dispersie a valorilor la încercările mecanice.

Iniţial, astfel de piese s-au turnat fabricînd oţelul prin metode clasice, la analizele prevăzute în normele respective, care au dus la apariţia următoarelor defecte: repartizarea neuniformă a elementelor de aliere; microporozităţi; neomogenitate a proprietăţilor fizico-mecanice şi chiar valori sub nivelul minim prescris.

Piesele obţinute aveau foarte multe defecte, necesitau un volum mare de manoperă şi materiale speciale pentru remaniere (exemplu: electrozi de sudură) şi aveau un preţ de cost ridicat.

Metodologia nouă, stabilită ca urmare a cercetărilor efectuate, duce la realizarea unor produse de mare complexitate şi greutate, cu structură corespunzătoare fără microporozităţi şi cu certitudinea fabricaţiei, deoarece oţelul după elaborare în cuptor este supus unui tratament în stare lichidă în oala de turnare, concomitent cu omogenizarea chimico-termică prin insuflare de argon sub vacuum.

Turnarea piesei se efectuează cu viteză foarte mare, peste 40t/min, şi la temperatură moderată, iar supraîncălzirea oţelului peste punctul lichidus este de 50 — 70° C, avînd în vedere configuraţia şi grosimea peretelui.

Prin acest procedeu de fabricaţie se realizează un oţel cu mai puţine gaze şi se diminuează sensibil cantitatea de incluziuni nemetalice din produsul finit.

Gazele evacuate din oţel prin tratare sub vid şi turnare la temperatură joasă nu mai înrăutăţesc proprietăţile de plasticitate şi nu mai produc fisuri, porozităţi etc., în concluzie nu mai duc la discontinuităţi în piese.

Oţelul care se elaborează în prezent are o compoziţie chimică îmbunătăţită, ceea ce a avut ca efect o ameliorare a caracteristicilor mecanice.

Se vor prezenta cîteva din deficienţele şi modificările aduse la unul din sortimentele de oţel inoxidabil care se toarnă în piese de mare performanţă.

La mangan, unele norme au prevăzut un conţinut de maximum 0,60%; pentru asigurarea proprietăţilor fizico-mecanice şi avînd în vedere că acest element influenţează şi gradul de dezoxidare a oţelului, trebuie specificată şi limita inferioară.

Siliciul, care asigură o bună dezoxidare a oţelului, nu are prevăzut nivelul inferior, ci numai valoarea de maximum 0,30%.

Nu se precizează care trebuie să fie conţinutul de aluminiu, deşi acest element este puternic dezoxidant şi contribuie în mare măsură la reducerea concentraţiei de oxigen şi a grăuntelui austenitic ereditar al oţelului.

La alte elemente, cum sînt cele nocive ca: arsen, staniu, stibiu etc., nu s-au prevăzut limite maxime, deşi acestea influenţează negativ marea majoritate a caracteristicilor fizico-mecanice şi, în mod deosebit, proprietăţile de ductilitate (alungirea, strictiunea) şi tenacitatea (rezilienţa) [5].

Ca urmare a studiilor şi cercetărilor efectuate în laborator şi în uzină s-a stabilit ca oţelul respectiv să se realizeze cu următoarea compoziţie chimică, %:

C = 0,03 — 0,05	Cd = max. 0,00010
Mn = 0,40 — 0,55	Co = —„— 0,020
Si = 0,20 — 0,28	Nb = —„— 0,020
P = max. 0,015	Pb = —„— 0,010
S = —„— 0,008	Sb = max. 0,0030
Cr = 12,2 — 13	Sn = —„— 0,010
Ni = 2,90 — 3,10	Ti = —„— 0,020
Mo = max. 0,08	Zn = —„— 0,0010
Cu = 0,85 — 1	Zr = cca 0,0050
Al = 0,020 — 0,040	W = max. 0,0010
As = max. 0,010	H_2 = max. 5 ppm
B = —„— 0,0010	N_2 = cca 150 —„—
Bi = —„— 0,0010	O_2 = max. 70(100)
Ce = cca 0,005	

Pentru executarea pieselor turnate de performanţă s-a conceput o tehnologie de lucru în trei variante, posibil de realizat cu dotarea existentă şi care, în esenţă, constă în parcurgerea următoarelor faze principale:

Varianta I

— topirea şi prealierea oţelului în cuptor;
— tratamentul metalurgic în instalaţia VAD-VOD:

- afinarea cu oxigen sub vid;
- dezoxidarea-desulfurarea-degazarea în vacuum sub 0,5 torr;
- completarea alierii în oală sub vid;
- turnarea oţelului în piese.

Varianta a II-a

— elaborarea oţelului în cuptor, inclusiv dezoxidarea şi alierea;
— degazarea oţelului în oala de turnare într-o instalaţie cu recirculare (RH, DH) sau prin introducerea oalei în cuva de vid;
— modificarea formei suflurilor prin adaos de fero-silico-zirconiu cu 5 — 6 min înainte de finalul vidării;
— turnarea oţelului.

Varianta a III-a

Este concepută în vederea realizării oţelului prin tratament metalurgic şi degazare avansată sub vid, în mai multe tipuri de instalaţii.

Tehnologia în această variantă permite fabricarea oţelului în situaţiile în care mărimea piesei (greutatea) depăşeşte capacitatea maximă a oalei de turnare, putînd fi tratată într-una din instalaţiile pe care uzina le are în dotare, şi este necesară cuplarea a două sau mai multor cuptoare.

În cadrul acestei variante s-au realizat şi turnat piese în greutate de 130 t pentru centrale nuclearoelectrice, pentru prese de 12 000 tf etc.

Principalele faze tehnologice şi parametrii de lucru utilizaţi la producerea oţelului sînt:
—Elaborarea a două şarje de oţel în cuptoare electrice de 50(70) t.
—Una din şarje se tratează în instalaţia VAD-VOD, cu parcurgerea în prealabil în cuptor a tuturor fazelor caracteristice, exceptînd dezoxidarea.
—Cealaltă şarjă se degazează în instalaţia cu recirculare continuă (tip RH). La evacuarea oţelului din cuptor analiza chimică va fi cea prescrisă în final.
—Tratamentul metalurgic al oţelului lichid în oala de turnare. Acesta se realizează astfel:

• *În instalaţia VAD-VOD (oală de 60 t):*

— barbotarea oţelului cu argon la presiune de 8 — 10 bari, consumul fiind de 30 — 70 Nl/min, diferenţiat pe perioade caracteristice;
— afinarea (decarburarea) cu oxigen la presiune de 10 bari, cu consum de 10 — 15 m^3N/t, sub vid de 50 — 100 torr;
— dezoxidarea-desulfurarea-degazarea în vid sub 1 torr, timp de 20 — 25 min;
— corectarea analizei chimice, modificarea formei suflurilor prin adaos de „mishmetal" sau ferosilico-zirconiu sau calciu-siliciu şi microalierea cu aluminiu.

• *În instalaţia RH (capacitatea oalei = 60 t):*

— degazarea oţelului în vacuum sub 1 torr, timp de 20 min, cu consum de argon de cca 110 Nl/min;
— microalierea cu aluminiu şi FeSiZr (mishmetal sau CaSi) cu 5 min înainte de finalul vidării.

Turnarea oţelului la temperatura de 1 550 — 1 560°C, prin două-trei orificii cu diametrul de 80 — 100 mm, pentru a realiza o viteză de scurgere mai mare de 40 t/min.

Realizări tehnico-ştiinţifice şi economice

Prin aplicarea procedeului nou, conceput în urma cercetărilor efectuate pentru fabricarea unor produse de mare performanţă, destinate, între altele, şi centralelor

nuclearoelectrice care se construiesc în România sau în alte ţări, s-au obţinut următoarele rezultate :

—Oţelul produs prin această tehnologie are un conţinut de gaze cu minimum 35% mai redus decît cel realizat prin metode clasice (tab. 1).

Tabelul 1

Concentraţiile gazelor în piesele turnate

Table 1

Gas concentrations in castings

Tehnologia aplicată	H_2, ppm	N_2, ppm	O_2, ppm
Clasică	7,3	230	128
Nouă	4,7	144	85
Prin reducere	37%	37%	34%

—Creşterea eficienţei economice a fabricaţiei, prin reducerea preţului de cost cu cca 6 000 lei/t piesă, datorită :

— reducerii consumului de aluminiu cu 4 — 5 kg/t oţel şi de electrozi speciali cu minimum 15% ;

— diminuării consumului de combustibil prin reducerea numărului de cicluri de tratament termic secundar (de calitate), în vederea obţinerii unor caracteristici mecanice la nivelul valorilor solicitate (necesare) ;

— reducerii consumului de energie prin diminuarea volumului de manoperă pentru remaniere.

Realizarea unor produse turnate de mare complexitate, gabarit şi greutate, din oţeluri de o calitate deosebită, impune efectuarea unor cercetări ştiinţifice ample şi permanente, în vederea stabilirii unor tehnologii de lucru concrete şi integrate, precum şi asigurarea unor dotări tehnice la nivel mondial.

Tabel ul 2

Valorile comparative ale încercărilor mecanice realizate

Table 2

Comparative values of performed mechanical tests

Caracteristicile fizico-mecanice	UM	Temperatura, °C		Tehnologia			
				clasică		nouă	
		20	350	20°C	350°C	20°C	350°C
Rezistenţa la rupere	daN/mm²	min.65	min. 52	71	55	76	58
Limita de curgere	—„—	min. 50	min. 45	52	47	57	53
Alungirea	%	min. 10	min. 8	13	10	18	12
Strictiunea	%	min 35	min. 40	48	51	68	60
Rezilienţa	laJ/cm²	min. 5	—	7	—	8	—

—Proprietăţile fizico-mecanice sînt superioare, atît la temperatura de 20°C, cît şi la cea de 350°C cu :

— 8% la rezistenţa la rupere ;
— 10% la limita de curgere ;
— 23% la alungire ;
— 31% la strictiune (gîtuire) ;
— 14% la rezilienţă.

De asemenea, a crescut mult izotropia caracteristicilor în toate direcţiile (tab. 2).

BIBLIOGRAFIE

[1] Vacu, Silvia *Elaborarea oţelurilor aliate.* vol. II, Bucureşti, Ed. Tehnică, 1984.

[2] Chiţu, G. *Cercetări privind oţelurile inoxidabile martensitice cu 12% Cr.* In: Metalurgia, România, nr. 5, 1990.

[3] Brevet: Invenţie, nr. 86.368, România.

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND DEFORMAREA PLASTICĂ PRIN LAMINARE A OȚELULUI ER 309 NbLC

Prof. dr. ing. E. CAZIMIROVICI
Dr. ing. DOINA RĂDUCANU
Ing. I. CIUCĂ
Institutul Politehnic București

CZ: 539.374

Marca de oțel ER 309 NbLC face parte din grupa oțelurilor inoxidabile austenitoferitice [1], grupă care se caracterizează în principal printr-un conținut de carbon sub 0,1%, un conținut de crom cuprins între 20 și 28% și un conținut de nichel de 4—8%, putînd ajunge chiar la 14%, cînd în compoziție se mai adaugă și alte elemente cu caracter alfagen (ex.: Mo pînă la 2,5%). Se mai poate aminti faptul că unele oțeluri din această grupă pot să mai conțină și Cu pînă la 1,5% și, în plus, mai pot fi și microaliate cu Ti și Nb.

Oțelurile care fac parte din această clasă prezintă caracteristici foarte bune de turnare sub sudură, precum și o bună comportare la coroziunea sub tensiune și la coroziunea intercristalină, fapt care face ca aceste oțeluri să fie utilizate pentru fabricarea electrozilor de sudură sub formă de sîrmă sau bandă.

În comparație cu oțelurile inoxidabile monofazice, oțelurile inoxidabile austenitoferitice, care conțin ferită δ în proporție de cca 20%, prezintă unele dificultăți în prelucrarea prin deformare plastică, respectiv la forjarea și laminarea la cald.

De aceea, lucrarea de față își va propune să prezinte rezultatul cercetărilor experimentale privind laminarea unor țagle din oțel ER 309 NbLC pe un laminor de profile, în vederea realizării unui profil lat de 70 × 3 mm.

Metoda de lucru

Experimentările industriale au fost efectuate pe un laminor de profile semimanual, care să poată asigura o posibilitate mare de variație în privința parametrilor tehnologici de laminare.

Materia primă utilizată pentru experimentări au constituit-o țaglele forjate, care au urmat un anumit flux tehnologic, și anume:

— elaborarea oțelului s-a efectuat în cuptor electric cu arc, rezultînd compoziția chimică redată în tabelul 1;

— turnarea oțelului s-a efectuat în lingouri de 0,8 t;

— forjarea lingourilor s-a efectuat pe o presă hidraulică de 10 MN și pe un ciocan de tipul CFA 750 kg, în țagle cu dimensiunile de ⌷ 70 × 235 — 2850 mm.

Trebuie precizat faptul că toate țaglele au fost controlate ultrasonic, fiind admise pentru experimentări numai cele corespunzătoare; în plus, pentru a se ușura prinderea materialului între cilindri și a evita apariția defectului de desfacere a capetelor țaglelor, s-a practicat

Tabelul 1

Compoziția chimică a oțelului ER 309 NbLC

Table 1

ER 309 NbLC Steel chemical composition

Marca oțelului	Compoziția chimică, %							
	C	Mn	Sr	P	S	Cr	Ni	Nb
Compoziția de marcă	max. 0,015	1,30 2,30	max. 0,25	max. 0,015	max. 0,012	23 26	12 14	min. 2% C max. 0,65
Compoziția șarjei experimentale	0,013	1,54	0,22	0,013	0,011	24,34	13,25	0,51

Tabelul 2

Schema de calibrare pentru profilul de 70×2,5 practicată uzual pe laminorul semimanual pe care s-au efectuat experimentările

Table 2

Gauging scheme for 70 × 2.5 mm shape used on semiautomatic rolling mill on which the experiments have been done

Trenul de laminare	Nr. treceri	Dimensiunea, mm	Secțiunea, mm²			h, mm	b, mm	L, mm	V, m/s	Timpul de laminare		
										T_m	T_p	T_t
	0	80	6400	—	—	—	—	3·000	—	—	—	—
	1	84×55	4·620	1,39	1,45	25	4	4·170	2,36	2	2	4
Trenul	2	58	3·364	1,38	1,45	26	3	5·750	2,36	2,5	4	6,5
pregătitor	3	80×33	2·640	1,28	1,76	25	22	7·360	2,36	3	2	5
	4	42	1·764	1,50	1,36	21	26	11·040	2,36	5	4	9
	5	56×25	1,400	1,26	1,68	17	14	13·910	2,36	6	3	9
	6	67×15,5	1·039	1,35	1,61	9,5	11	18·780	3,78	5	1	6
Intermediar	7	73×7,8	569	1,82	1,99	7,7	6	34·180	3,78	8	1	10
	8	66×8	528	1,08	1,11	7	0,2	36·918	3,78	10	3	13
	9	68×5·2	354	1,49	1,54	2,8	2	55·000	6,60	8	1	9
Finisor	10	69,5×34	236	1,56	1,53	1,8	1,3	82·500	6,60	12,5	1	13,5
	11	70×2,5	175	1,35	1,36	0,9	0,7	111·380	6,60	17	—	17

Timpul total de laminare: 102

la forjare o reducere a secțiunii țaglelor la capete pînă la secțiuni de □ 66 — 68 mm.

Încălzirea țaglelor s-a efectuat la o temperatură de 1160 — 1180°C.

Laminarea s-a efectuat pe calibrajul practicat la obținerea profilului de 70 × 2,5 mm (tab. 2) din țagle de □ 80 × 3000 mm.

Din rebuturile rezultate în urma laminării, s-au prelevat probe care au fost considerate ca semnificative pentru a prezenta punctele critice, unde apar greutăți în tehnologia de laminare utilizată.

Determinările conținutului de ferită δ pe probele prelevate s-au efectuat prin metoda magnetică, utilizînd un aparat de tip Fischer, care asigură obținerea unor rezultate bune [2] în ceea ce privește precizia determinării conținutului de ferită δ.

Rezultate experimentale

Analiza principalelor defecte de laminare

Dimensiunile măsurate pe laminat la trecerile de la trenul degrosisor au fost cele redate în tabelul 3.

În urma laminării lotului experimental, a rezultat că cele mai frecvente rebuturi au fost înregistrate la trecerea a IV-a de la trenul degrosisor (cajă trio), între trecerea a V-a de la trenul degrosisor și trecerea a VI-a de la trenul intermediar, precum și după trecerea a VI-a de la trenul intermediar, laminatele blocîndu-se datorită defectelor laterale în pîlniile ghidajului de întoarcere.

Aspectul tipic al defectelor înregistrate la laminarea țaglelor se prezintă în figurile 1 și 2.

Analiza microstructurală

În vederea punerii în evidență a structurii oțelului s-au prelevat probe metalografice din toate probele prezentate, iar după investigare au fost alese cele mai semnificative, care caracterizează din punct de vedere structural comportarea materialului la deformarea plastică prin laminare.

Tabelul

Dimensiunile măsurate ale la ninatului la trecerile de l trenul degrosisor

Table

Measured product dimensior between passes on roughin mill

Nr. treceri	Dimensiunile secțiunii, mm	h, mm	b, mm
1	90,5×54	16	20,5
2	54×78	12,5	0
3	103×33	21	25
4	42×65	38	9
5	79×24	18	14

Fisurile în probele analizate au avut ca amorsă zonele unde s-au produs suprapunerile de material, propagarea spre interiorul profilului realizîndu-se, în general, pe direcția diagonalelor secțiunii.

În figura 3 este prezentată o zonă unde se observă foarte clar modul în care se propagă fisura în material, după direcția diagonalelor secțiunii.

Deformarea plastică puternică este cauza care a făcut ca domeniile de ferită δ să se alungească foarte mult și pe aceste domenii și se inițieze și dezvolte fisurile.

Pentru a pune mai clar în evidență modul în care zonele din secțiunea laminatului au fost deformate în focarul deformației, este prezentată în figura 4 o zonă de la intersecția diagonalelor secțiunii, în care se pot distinge trei arii distincte de orientare a domeniilor

de ferită δ, ceea ce indică faptul că materialul din cele trei zone a fost deformat după direcţii diferite.

Analiza conţinutului de ferită δ

Pe toate probele din care urmau să se facă şlifuri metalografice, au fost efectuate măsurători pentru determinarea conţinutului de ferită δ. Valorile determinate sînt înscrise în figura 5, fiind indicată şi poziţia unde s-au efectuat determinările.

Valoarea minimă determinată a conţinutului de ferită δ a fost de 15%, iar valoarea maximă de 24%.

O caracteristică comună pentru toate probele analizate a fost aceea că, pe zonele marginale, toate probele au prezentat un conţinut de ferită δ mai mic decît în mijlocul acestora, fenomen amintit şi de Masi şi Mancini [3]: o dată cu creşterea vitezei de răcire scade şi conţinutul de ferită δ.

Cel mai important de precizat este faptul că toate probele au avut conţinutul de ferită δ poziţionat între 15 şi 24%, interval considerat nefast din punctul de vedere al ductilităţii.

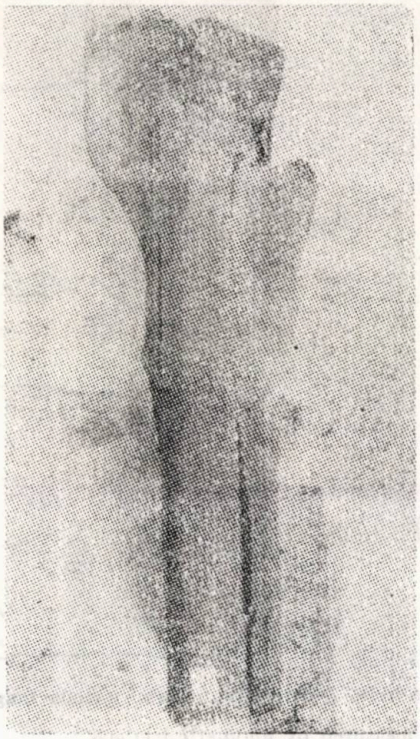


Fig. 1. Capul unei ţagle rebutate după trecerea a IV-a degrosisoare

Fig. 1. Head of rejected slab after the fourth roughing pass

Fig. 2. Probă debitată din mijlocul unei ţagle rebutate care nu a intrat în prima cajă din trenul intermediar

Fig. 2. Sample cut off from the middle of a rejected slab which didn't enter the first stand of the intermediary train

Tot Masi şi Mancini [3] prezintă foarte clar faptul că la valoarea de 18% a conţinutului de ferită δ, între temperaturile 1050 şi 1250°C, scade foarte mult ductilitatea la cald.

Pe aceeaşi tehnologie de laminare, unde au fost procesate ţagle din diferite mărci de oţeluri inoxidabile şi aliaje greu deformabile, cele mai mari rebuturi au fost înregistrate pentru marca de oţel ER 309 NbLC.

Fig. 3. Microstructura unei zone cu defect; 50: 1

Fig. 3. Microstructure of an area with defects: 50: 1

Fig. 4. Microstructura unei zone din centrul ţaglei

Fig. 4. Microstructure of an area in the slab center

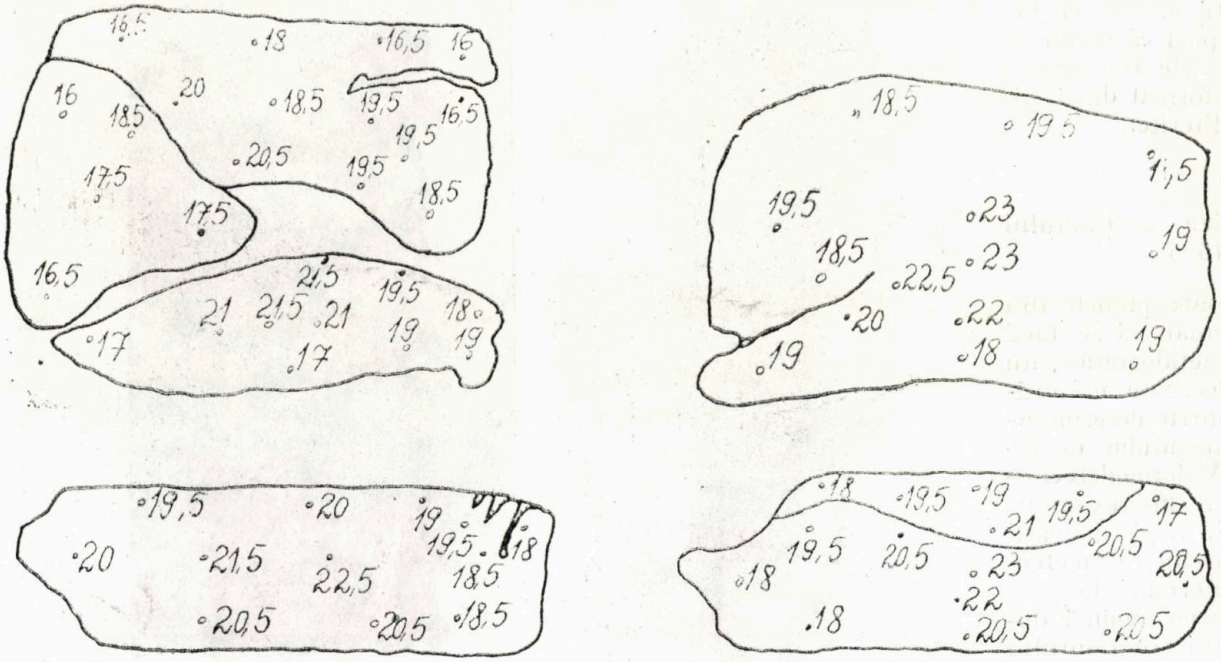


Fig. 5. Valorile conținuturilor de ferită δ determinate prin metoda magnetică

Fig. 5. Values of fer rite ccntent measured by magnetic methods

Coneluzii

În urma experimentărilor efectuate, s-a constatat că dotarea actuală a laminorului este necorespunzătoare pentru a putea face posibilă laminarea oțelului ER 309 NbLC

Cum conținutul de ferită δ este impus de utilizator în jurul valorii de 18 — 20%, este mai greu să se încerce modificarea conținutului de ferită δ la laminarea la cald la valori care să crească ductilitatea oțelului, iar apoi corectarea după laminare a acestui conținut printr-un tratament conform celui indicat în [3]. Este indicat ca acest tratament să se efectueze în jurul valorii de 1250°C cu menținere de ordinul orelor, fapt care ar ridica considerabil costul acestui produs și așa foarte ridicat. O tonă de oțel ER 309 NbLC este de aproximativ trei ori mai scumpă decît una de oțel inoxidabil austenitic, fapt care arată încă o dată că această marcă de oțel pune probleme deosebite de procesare tuturor producătorilor.

În viitor, ne propunem să prezentăm un sistem de calibrare care să fie adecvat în procesarea acestor mărci de oțel și a altora care au aceeași mare capacitate de lățire.

BIBLIOGRAFIE

[1] Columbier, I., Hochmann, I. *Aciers inoxydables, aciers refractaires.* Paris, Dunod, 1955.

[2] Ciucă. I., Gavrilă, D. *Influența tratamentului termic asupra conținutului de ferită δ în oțelurile inoxidabile austenito-feritice de tip ER309NbLC.* vol. Cercetări metalurgice, anul 1989, ICEM București.

[3] Masi, A., Mancini, F. *Relation entre la teneur en ferrite et la forgeabilité des aciers inoxidables 18—8''.* Revue de Métallurgie, Franța. nr. 12, 1966.

[4] Cazimirovici, E., Samoilescu, S.,*In: Calibrarea cilindrilor de laminare.* București, Ed. Tehnică, 1987.

[5] Zidek, Milan *Podminkti vzniku feritu v austenitickych nerezavejicich ocelich a zapusob jeho stanoveni''.* In: Hutnike Listy, RSC, nr. 11, 1973, p. 802—810.

STUDII ȘI CERCETĂRI EXPERIMENTALE CU PRIVIRE LA DEFORMABILITATEA OȚELURILOR RAPIDE

Dr. ing. GH. CHELU
Ing. S. DRĂGHICI
Institutul Politehnic București

CZ: 620.169.1:669.15—194.55

Pentru stabilirea regimului termomecanic de deformare plastică la cald, trebuie avut în vedere faptul că oțelurile rapide fac parte din categoria oțelurilor cu cea mai mare sensibilitate la fisurare sau crăpare, din cauza tensiunilor termice, și cu cea mai redusă deformabilitate. Datorită acestui lucru, folosirea unor parametri tehnologici neadecvați pentru deformarea oțelurilor rapide (în special pentru oțelul *Rp5*, care este cel mai răspîndit în ultima vreme), duce la mărirea procentului de rebuturi, la creșterea costului și la obținerea unor caracteristici mecanice necorespunzătoare.

Dintre parametrii regimului termomecanic de deformare plastică la cald, de care trebuie să se țină seamă în mod special, fac parte: temperatura de încălzire și de deformare, gradul de deformare plastică, rezistența la deformare, viteza de deformare, schema de tensiuni aplicată în timpul deformării. În ceea ce privește temperatura de încălzire în vederea forjării, inclusiv intervalul temperaturilor de deformare plastică pentru oțelul *Rp5*, recomandările din literatura de specialitate sînt puține și diferă de la un autor la altul.

Astfel, conform STAS 7382 — 88, intervalul temperaturilor de deformare plastică este cuprins între 1100 și 900°C, iar în lucrarea [1] se recomandă ca acest interval să fie cuprins între 1150 și 850°C. Lucrarea [2] recomandă ca deformarea plastică a oțelurilor rapide să fie între 1200 și 950°C, fără referire la o marcă anume, iar în lucrările [3] și [4] se susține că intervalul optim al temperaturilor de deformare plastică la cald pentru *Rp5* este 1100 — 950°C.

În figura 1 se arată variația plasticității și rezistenței la deformare, în funcție de temperatură, pentru oțelurile *Rp3* și *Rp5*, conform lucrării [1].

Din analiza graficelor de variație a plasticității, se observă că aceasta este cu puțin mai mare în cazul oțelului *Rp5* față de *Rp3* în întreg intervalul de temperaturi analizat. De asemenea, se observă că temperatura maximă peste care plasticitatea scade brusc datorită apariției fazei lichide este mai mică la *Rp5* (aprox. 1150°C) decît la *Rp3* (aprox. 1240°C). În ceea ce privește variația rezistenței la deformare, în funcție de temperatură, se observă o scădere monotonă a acesteia pe măsura creșterii temperaturii, prezentînd valori ceva mai mari pentru oțelul *Rp5*. Pe de altă parte, din figura 2, în care este prezentată variația plasticității în funcție de temperatură, determinată prin metoda torsiunii conform lucrării [5], se observă că maximul de plasticitate pentru oțelul *Rp5* este în jurul temperaturii de 950°C (față de 1100°C conform figurii 1). În cazul oțelului *Rp5* plasticitatea rămîne perfect constantă în intervalul 900 — 1200°C, nefiind deci în concordață cu modul de variație a acesteia prezentat în figura 1.

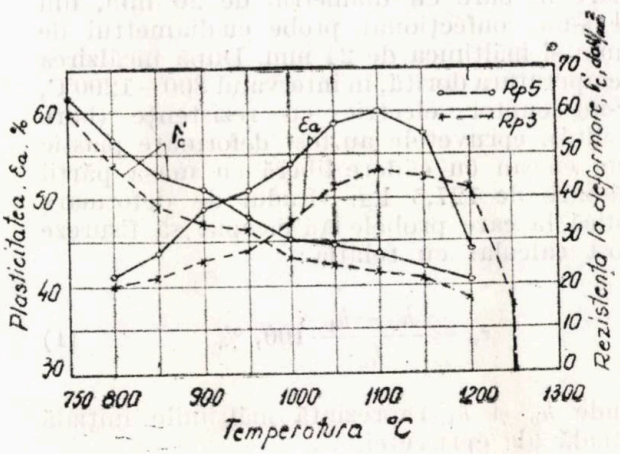


Fig. 1. Variația plasticității și a rezistenței la deformarea plastică în funcție de temperatură pentru *Rp3* și *Rp5* [1]

Fig. 1. Variation of ductility and plastic deformation resistance with temperature for *Rp3* and *Rp5* [1]

Avînd în vedere faptul că din literatura de specialitate nu pot fi desprinse îndeajuns de clar concluzii cu privire la intervalul optim al temperaturilor de deformare plastică la cald a oțelului *Rp5*, pentru stabilirea acestui inter-

val au fost necesare experimentări de laborator. În acest scop, s-a determinat variația plasticității și a rezistenței la deformare plastică, în funcție de temperatură, prin metoda refulării și torsiunii.

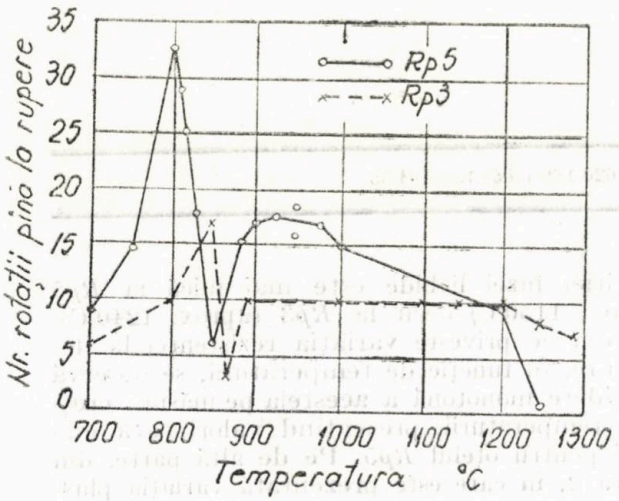


Fig. 2. Variația plasticității, în funcție de temperatură, determinată prin torsiune [5]

Fig. 2. Variation of ductility, determined by torsion [5] with temperature

Pentru experimentări au fost folosite bare forjate cu coroiaj mai mare de 10, din oțelul *Rp5*, provenite din lingou de 300 kg. Barele cu diametrul de 40 mm au fost forjate în continuare în bare cu diametrul de 20 mm, din care s-au confecționat probe cu diametrul de 20 mm și înălțimea de 24 mm. După încălzirea la temperatura dorită, în intervalul 800—1200°C, într-un cuptor electric cu rezistențe (bare de silită), epruvetele au fost deformate plastic la un ciocan cu cădere liberă cu masa părții căzătoare de 127,5 kg. Gradul de deformare plastică la care probele au început să fisureze a fost calculat cu relația:

$$\varepsilon_a = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100, \% \qquad (1)$$

unde h_0 și h_1 reprezintă înălțimile inițială și finală ale epruvetei.

Pe baza datelor obținute cu privire la variația gradului de deformare pînă la care probele nu fisurează, s-a trasat graficul din figura 3. Graficul reprezintă variația plasticității în funcție de temperatură pentru oțelul *Rp3*, după ce în prealabil acesta a fost forjat. În stare turnată plasticitatea oțelului *Rp5* este mult mai redusă, dar păstrează aceeași formă de variație în funcție de temperatură. Din figura 3 se observă că, prin încercarea de refulare, plasticitatea este maximă în jurul temperaturii de 1100°C, situîndu-se totuși în limite ridicate ($\varepsilon_1 = 61\%$) și la 1150°C. În întreg intervalul de temperaturi 900 — 1150°C, plasticitatea se menține peste 50%. Comparativ cu diagrama de variație a plasticității din figura 1, se observă că diagrama obținută experimental păstrează aceeași alură în intervalul de temperaturi 850 — 1200°C, dar cu valori mai ridicate. Se constată însă că valoarea plasticității la 850°C este mai mică decît la 800°C și comparabilă cu cea obținută la 750°C. Această remarcă a constituit principalul motiv pentru care experimentările au fost extinse și prin metoda torsiunii.

Pentru determinarea rezistenței la deformarea plastică în funcție de temperatura de încălzire, au fost folosite epruvete de aceleași dimensiuni și din aceeași șarjă. Deformarea plastică s-a efectuat la ciocanul cu cădere li-

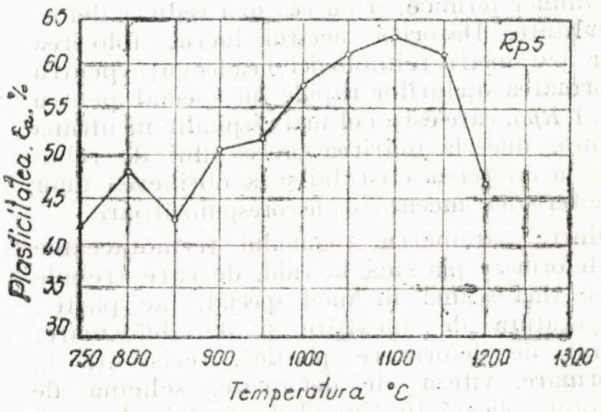


Fig. 3. Variația plasticității, în funcție de temperatură, pentru *Rp5* determinată experimental prin metoda refulării

Fig. 3. Variation of ductility with temperature for *Rp5* experimentally determined by heading test

beră. În vederea realizării unei viteze de deformație în limite cît mai restrînse, înălțimea de cădere a berbecului a fost menținută constantă, egală cu 0,5 m. Viteza medie de deformare în timpul refulării unei probe a fost calculată cu relația:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{2 \cdot v_0}{h_0 - h_1} \left(1 - \sqrt{\frac{h_1}{h_0 - h_1}} \operatorname{arctan} \sqrt{\frac{h_0 - h_1}{h_1}}\right) s^{-1} \qquad (2)$$

în care: v_0 este viteza de impact, m/s;

$v_0 = (2 \cdot g \cdot H)^{1/2}$;

H — înălțimea de cădere a părții căzătoare, m;

g — accelerația gravitațională, m/s²;

h_0, h_1 — înălțimea probei înainte și după deformare.

Deşi înălţimea de cădere a berbecului s-a menţinut constantă, viteza medie de deformaţie s-a modificat de la o probă la alta, din cauza micşorării înălţimii h_1 a probelor, pe măsura creşterii temperaturii. Totuşi, viteza de deformare pe întreg intervalul de temperaturi 750 — 1200°C s-a menţinut între 94,6 şi 122 s^{-1}.

Rezistenţa la deformare plastică s-a calculat cu relaţia :

$$R_d = \frac{G \cdot H \cdot \eta_i}{V \cdot \varepsilon \cdot \left(1 + \frac{\mu}{3} \cdot \frac{d_1}{h_1}\right)}, \; daN/mm^2 \quad (3)$$

în care : G = 127,5 kg este masa părţii căzătoare ;

H = 500 mm — înălţimea de cădere ;

η_i = 0,95 — randamentul ciocanului ;

μ = 0,3 — coeficientul de frecare sculă-probă ;

d_1, h_1 — diametrul, respectiv înălţimea probelor refulate, mm ;

V — volumul probei, mm^3 ;

ε — gradul de deformare realizat cu o lovitură de ciocan.

În figura 4 este prezentată curba de variaţie a rezistenţei la deformare, în funcţie de temperatură. Se observă că rezistenţa la deformare la 800°C, este mai mică decît la 850°C. Mărirea rezistenţei pînă la 850°C, comparativ cu valorile sale de la 800°C, însoţită şi de micşorarea plasticităţii în acelaşi interval de temperaturi, se datorează unor transformări de fază care au loc în jurul temperaturii de 850°C. În domeniul 850 — 1200°C rezistenţa la deformare scade continuu de la 58 la 21 daN/mm^2, adică de aproximativ trei ori.

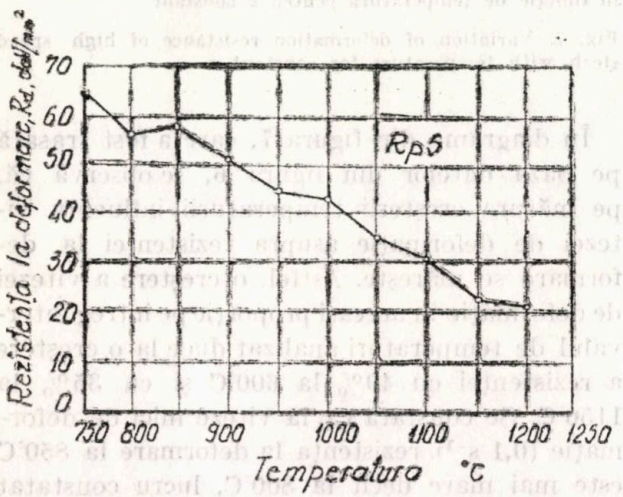


Fig. 4. Variaţia rezistenţei la deformare, în funcţie de temperatură pentru oţelul *Rp5*, determinată experimental prin metoda refulării

Fig. 4. Variation of deformation resistance with temperature for *Rp5*, experimentally determined by the heading test

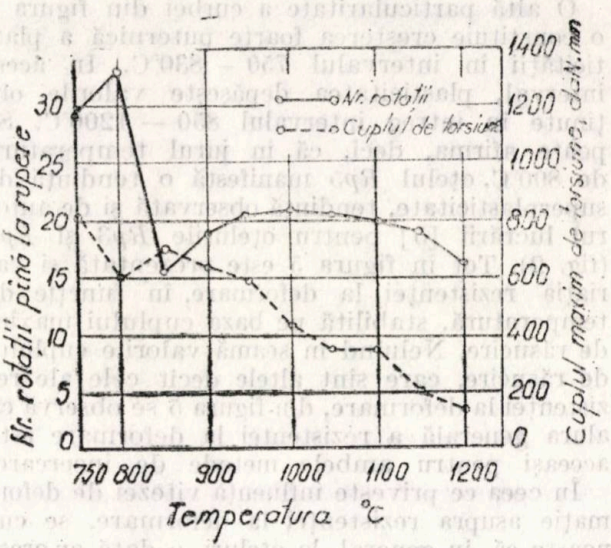


Fig. 5. Variaţia plasticităţii şi rezistenţei la deformare pentru oţelul *Rp5* stabilită prin metoda torsiunii

Fig. 5. Variation of plasticity and deformation resistance for *Rp5* determined by torsion test

Tot în scopul stabilirii intervalului optim al temperaturilor de deformare plastică la cald, au fost efectuate şi încercări de torsiune. Determinările au fost făcute în intervalul de temperaturi 750 — 1200°C, cu salturi din 50 în 50°C. Încercările de torsiune s-au făcut pe o maşină tip SETARAM, unde porţiunea calibrată a probei a avut diametrul de 6 mm şi lungimea 50 mm. Pentru încercări au fost utilizate probe din oţel forjat cu coroiajul C > 12. Viteza de încălzire în vederea deformării a fost de 157°C/min (încălzire prin inducţie). După atingerea temperaturii, probele s-au menţinut pe palier, pentru uniformizarea temperaturii, timp de trei minute. Viteza de răsucire a fost N = 100 rotaţii/min, ceea ce corespunde unei viteze de deformaţie la suprafaţa probei de :

$$\dot{\varepsilon} = 0{,}00363 \cdot N = 0{,}36 \; s^{-1}$$

În figura 5 se prezintă variaţia plasticităţii şi rezistenţei la deformare în funcţie de temperatură pentru oţelul *Rp5*. Se observă că, şi în cazul încercărilor de torsiune, plasticitatea exprimată prin număr de răsuciri pînă la rupere este mai mare la 800°C decît la 850°C. În intervalul 850 — 1200°C, plasticitatea maximă s-a obţinut la 1000°C şi nu la 1100°C, ca în cazul refulării. Astfel, în timp ce prin refulare plasticitatea a început să scadă la temperaturi mai ridicate de 1100°C, la torsiune, scăderea plasticităţii are loc de la 1000°C în sus. Această diferenţă apare datorită efectului termic al deformaţiei care s-a resimţit mai puternic la torsiune, întrucît deformarea plastică s-a produs fără contact cu sculele de deformare.

O altă particularitate a curbei din figura 5 o constituie creşterea foarte puternică a plasticităţii în intervalul 750 — 830°C. În acest interval, plasticitatea depăşeşte valorile obţinute în întreg intervalul 850 — 1200°C. Se poate afirma, deci, că, în jurul temperaturii de 800°C, oţelul *Rp*5 manifestă o tendinţă de superplasticitate, tendinţă observată şi de autorul lucrării [5] pentru oţelurile *Rp*3 şi *Rp*5 (fig. 2). Tot în figura 5 este prezentată şi variaţia rezistenţei la deformare, în funcţie de temperatură, stabilită pe baza cuplului maxim de răsucire. Neluînd în seamă valorile cuplului de răsucire, care sînt altele decît cele ale rezistenţei la deformare, din figura 5 se observă că alura generală a rezistenţei la deformare este aceeaşi pentru ambele metode de încercare.

În ceea ce priveşte influenţa vitezei de deformaţie asupra rezistenţei la deformare, se cunoaşte că, în general, la oţeluri, o dată cu creşterea vitezei se măreşte şi rezistenţa la deformare. Intensitatea fenomenului amintit depinde de influenţa contradictorie a doi factori: pe de o parte creşterea rezistenţei la deformare datorită intensificării proceselor de ecruisare în raport cu cele de recristalizare, iar pe de altă parte, micşorarea rezistenţei la deformare datorită efectului termic al deformaţiei, care creşte o dată cu creşterea vitezei de deformaţie.

În figura 6 se arată modul de variaţie a rezistenţei la deformare, în funcţie de viteza de deformaţie şi de temperatură, pentru un oţel cu compoziţia chimică foarte apropiată de cea a oţelului *Rp*5 [6].

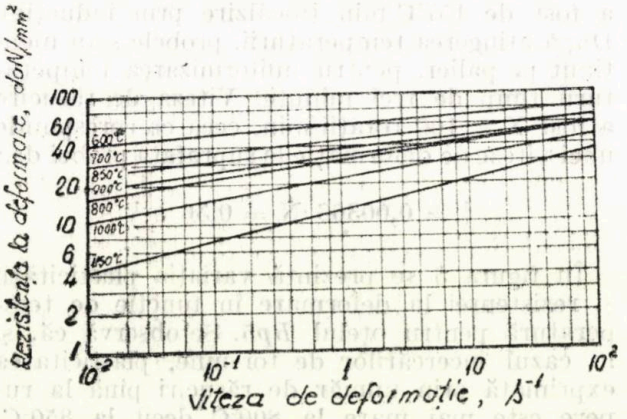


Fig. 6. Variaţia rezistenţei la deformare a oţelurilor rapide, în funcţie de viteza de deformaţie la temperatură constantă

Fig. 6. Variation of deformation resistance of high speed steels with strain rate at constant temperature

Valorile rezistenţei la deformare (fig. 6) pentru viteza de deformaţie de 100 s^{-1} sînt comparabile cu cele obţinute experimental şi prezentate în figura 4. Analiza diagramei din figura 6 arată că, pentru o majorare a vitezei de deformaţie de la 0,5 la 100s^{-1}, are loc o creştere însemnată a rezistenţei la deformare: de la 50 la 80 daN/mm² la temperatura de 600°C şi de la 7 la 35 daN/mm² la 1150°C. Deci, se poate afirma că rezistenţa la deformare a oţelului *Rp*5 la viteza de deformaţie de 0,1 s^{-1} şi temperatura de 600°C este egală cu cea realizată la viteza de 100 s^{-1} şi la temperatura de 1000°C. Vitezele de deformaţie de ordinul 0,01 — 0,1 s^{-1} sînt caracteristice deformării prin forjare la presele hidraulice, iar cele de ordinul 100 s^{-1} sînt frecvent întîlnite la forjarea pe ciocane.

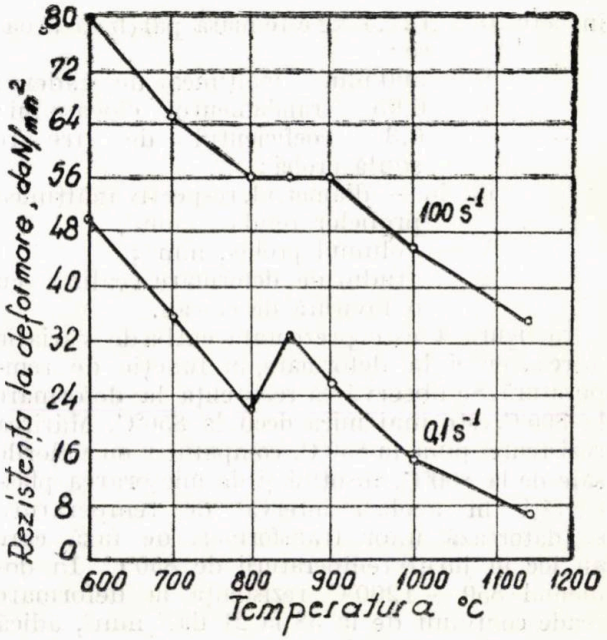


Fig. 7. Variaţia rezistenţei la deformare a oţelurilor rapide, în funcţie de temperatură pentru ε constant

Fig. 7. Variation of deformation resistance of high speed steels with temperature for constant ε

În diagrama din figura 7, care a fost trasată pe baza datelor din figura 6, se observă că, pe măsura creşterii temperaturii, influenţa vitezei de deformaţie asupra rezistenţei la deformare se măreşte. Astfel, o creştere a vitezei de deformaţie în aceeaşi proporţie pe întreg intervalul de temperaturi analizat duce la o creştere a rezistenţei cu 40% la 600°C şi cu 35% la 1150°C. Se constată că, la viteze mici de deformaţie (0,1 s^{-1}), rezistenţa la deformare la 850°C este mai mare decît la 800°C, lucru constatat şi în cadrul cercetărilor experimentale. Deci, din punctul de vedere al rezistenţei la deformare, este preferabil ca procesul de deformare plastică să se execute cu viteze cît mai reduse.

Ca o concluzie generală rezultată din analiza curbelor de variaţie a plasticităţii şi rezistenţei la deformarea plastică, determinate prin cele două metode descrise mai sus, se poate aprecia că intervalul optim al temperaturilor de deformare plastică la cald pentru oţelul *Rp*5 este cuprins între 1100 şi 900°C. În cazul deformării cu viteze de deformaţie reduse (mai mici de 1—2 s^{-1}), unde efectul termic al deformaţiei este scăzut, şi al unei încălziri îngrijite, temperatura maximă a intervalului poate fi ridicată la 1150°C. Domeniul temperaturilor în care oţelul prezintă tendinţă de superplasticitate (750 — 830°C) nu prezintă interes practic deoarece este îngust, iar rezistenţa la deformare are valori ridicate, efectele fiind o uzură accentuată a sculelor şi necesitatea unor utilaje de deformare puternice.

De asemenea, s-a constatat că oţelurile rapide se caracterizează printr-o rezistenţă la deformare de aproximativ două ori mai ridicată în comparaţie cu oţelurile nealiate şi slab aliate în întregul interval al temperaturilor de deformare plastică la cald.

BIBLIOGRAFIE

[1] Popescu, V. ş. a. — *Tehnologia forjării*, Bucureşti, Ed. Tehnică.

[2] Cijicov, M. — *Procesele de deformare plastică a oţelurilor aliate*. Bucureşti, Ed. Tehnică, 1969.

[3] *** — Handbuch fur Werkzeugstahle. Firma Rochling-Burbach.

[4] Wegst, C. W. — Sthlschlussel, 1977.

[5] Guliaev, A. P. *Plasticitatea tehnologică a oţelurilor rapide*. In: Metallovedenie i termicescaia obrabotka metallov, U.R.S.S., nr. 7, 1979.

[6] Drastik, F. *Vypokty zoboru kovani a lisovani. Praga*, Literatura Tehnică, 1972.

Revista Revistelor

STAHL *'92*, Germania, nr. 1, 1992

— Duplex — Stainless — Steels '91, p. 19

— Laser de înaltă putere din a treia generaţie, p. 23

— „Just in time" şi „asigurarea calităţii" — două teme prezentate la Sesiunea din 1991 asupra comerţului cu oţel organizată de Federaţia germană a negustorilor de oţel, p.26

— Oţelurile inoxidabile utilizate în construcţiile de autovehicule, p. 28

— Oţelul inoxidabil de construcţie Nirosta R 4003 şi prelucrarea sa tehnică prin sudură, p. 35

— Sudarea şi rezistenţa la coroziune a noului oţel aliat cu azot X2CrNiMnMoN241764 (Remanit 45655), p. 42

— Aspecte privind posibilităţile de utilizare ale X2CrNiMnMoN241764 (Remanit 45655) în gazul acid, p.51

— Remanit 4561 — un nou material pentru coşurile din tablă de oţel ale centralelor energetice pentru solicitările de vîrf, p. 56

— Oţeluri austenitoferitice inoxidabile — o grupă de materiale cu un vast potenţial de dezvoltare, p. 58

— Două noi oţeluri speciale austenitice înalt aliate cu conţinut mai ridicat de molibden şi adaosuri de azot, p. 67

— Tăierea prin topire cu fascicul laser a oţelurilor inoxidabile cu laser CO , p. 71

— Încercări privind calitatea cusăturilor de sudură cu fascicul de electroni, în cazul oţelurilor înalt aliate, cu rezistenţă chimică, p. 77

— Asigurarea calităţii prin sudare cu fascicul de electroni a ţevilor, p. 84

— Influenţa izotopului asupra comportării la coroziunea fisurantă sub tensiune a oţelurilor austenitice, p. 89

— Încercări privind transferul de nichel (determinat pînă în prezent) din oalele de gătit din oţel superior în alimentele preparate în acestea, p. 96

STAHL UND EISEN, Germania, nr. 3, 1992

— Ce aşteaptă societatea şi practica de la inginer, p. 39

— Măsurarea formei profilului în cursul laminării cu aparate Lasercan, p. 47

— Influenţa tracţiunii longitudinale la laminarea continuă asupra formei şi exactităţii dimensionale la bare şi sîrme, p.53

— Experienţe practice la laminarea fără calibre a barelor, p. 65

— Caracteristicile, producerea şi utilizarea benzilor compozite, amortizatoare de vibraţii, p. 73

— Dispozitive electronice pentru minimizarea suprasarcinilor în arborii de acţionare a cajelor de laminare, p.81

— Utilizare de măsurători ale nivelului băii în cochila de turnare continuă, prin emisie şi electromagnetice, p. 89

— Stadiul tehnic şi tendinţele de dezvoltare în producerea fontei — concluzii de la Congresul al II-lea european de elaborare a fontei—1991, p. 97

— Măsurarea profilului încărcăturii din furnal cu o sondă Rader, p. 115

— Cererea de oţel, importuri, exporturi şi preţuri, în Comunitatea Europeană, 1992, p. 121

— Institutul şi programul de învăţămînt „Tehnica silicaţilor" la Beriakademie-Freiberg, p. 144

— Producţia mondială de oţel 1991, p. 150

ASPECTE PRIVIND INFLUENȚA RAPORTULUI DE CONVERGENȚĂ-DIVERGENȚĂ ASUPRA FLUIDITĂȚII DE TURNARE ÎN REȚELE DE TURNARE CU PATRU ALIMENTATORI

Dr. ing. I. CIOBANU și ing. A. CRIȘAN
Universitatea „Transilvania" Brașov

CZ: 621.746.4

În lucrările anterioare [1] și [2] s-a prezentat metoda de cercetare utilizată de autori pentru a pune în evidență influența unor parametri constructivi ai rețelelor de turnare cu mai mulți alimentatori asupra fluidității de turnare. În lucrările menționate s-a studiat influența variației secțiunii canalului de distribuție asupra fluidității de turnare a fontei cenușii în rețele de turnare cu patru alimentatori. Utilizînd aceeași metodă de experimentare în laboratorul de turnătorie de la Universitatea „Transilvania" din Brașov, s-a efectuat o serie de determinări pentru a se studia influența raportului de convergență-divergență al rețelelor de turnare asupra fluidității de turnare a fontei cenușii. S-au turnat probe pentru studiul fluidității de turnare în rețele cu patru alimentatori, avînd canal de distribuție cu secțiune constantă.

În cazul rețelelor divergente s-au utilizat și rețele cu canal de distribuție în trepte. Aspectul formelor și al rețelelor de turnare utilizate sînt prezentate în figura 1, iar dimensiunile sînt redate în tabelul 1, în funcție de raportul de convergență și de forma canalului de distribuție.

Raportul de convergență-divergență al rețelelor s-a notat cu $Sp : Sd_1 : S_{at}$, unde Sp reprezintă secțiunea minimă a piciorului pîlniei; Sd_1 — secțiunea canalului de distribuție în amontele primului alimentator; S_{at} — secțiunea totală a alimentatorilor. Raportul de convergență-divergență al rețelelor a variat prin modificarea secțiunii canalului de distribuție și a secțiunii piciorului pîlniei. Secțiunea alimentatorilor a rămas aceeași la toate probele

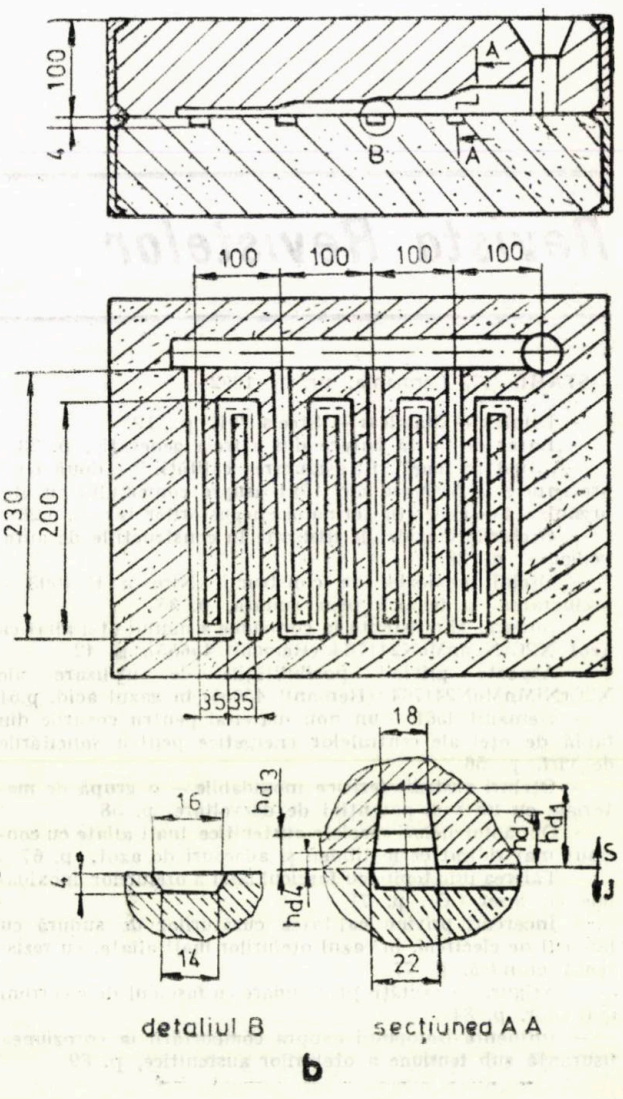


Fig. 1. Forma pentru determinarea fluidității de turnare în rețele de turnare cu patru alimentatori; *a* — canal de distribuție cu secțiune constantă; *b* — canal de distribuție cu secțiune în trepte

Fig. 1. Mould for determining castability in four-gates system: a — constant section runner; b — stepped runner

Tabelul 1

Dimensiunile reţelelor de turnare utilizate

Table 1

Dimensions of gates used

Raportul secţiunilor Sp: Sd_1: Sat	Tipul canalului de distribuţie	Piciorul pîlniei		Calculul de distribuţie									Alimentator	
		D_p	S_p	b_d	h_{d_1}	h_{d_2}	h_{d_3}	h_{d_4}	S_{d_1}	S_{d_2}	S_{d_3}	S_{d_4}	S_a	S_{at}
—	—	mm	mm²	mm	mm	mm	mm	mm	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²
1,2: 1,1: 1	constant	19,15	288	16	16,5	16,5	16,5	16,5	264	264	264	264	60	240
2: 1,5: 1	constant	24,72	480	16	22,5	22,5	22,5	22,5	360	360	360	360	60	240
3: 2 : 1	constant	30,28	720	20	24	24	24	24	480	480	480	480	60	240
1: 2: 1	constant	17,48	240	20	24	24	24	24	480	480	480	480	60	240
3: 2: 1	trepte	30,28	720	20	24	18	12	6	480	360	240	120	60	240
1: 2: 1	trepte	17,48	240	20	24	18	12	6	480	360	240	120	60	240

efectuate. Alimentatorii au prezentat de fapt canalele în care s-a măsurat fluiditatea de turnare, avînd secţiune de alură trapezoidală, cu înălţimea de 4 mm şi lăţimea medie de 15 mm. Aria secţiunii unui alimentator a fost Sa = 60 mm², iar aria totală a alimentatorilor reţelei a fost Sat = 4Sa = 4 ·60 = 240 mm².

În prima serie de probe s-au utilizat numai reţele convergente cu canal de distribuţie cu secţiune constantă, avînd rapoartele secţiuni-

Tabelul 2

Rezultatele experimentale privind influenţa raportului de convergenţă asupra fluidităţii de turnare. Reţele cu patru alimentatori (fontă cenuşie cu T_t = 1350°C)

Table 2

Experimental results concerning the influence of convergence ratio on castability in case of four gates systems (gray cast iron with T_t = 1350°C)

Raportul secţiunilor S_p: S_{d1}: S_{at}	Forma canalului de distribuţie	Nr. de ordine al alimentatorului	Lungimea spiralei de fluiditate, l_i				Media în reţea $l_{med} = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{i=4} l_i$
			proba 1	proba 2	proba 3	media pentru alimentator	
—	—	—	mm	mm	mm	mm	mm
1,2: 1,1: 1	constant	i = 1	699	726	540	655	>657,3
		i = 2	707	665	567	646,3	
		i = 3	>728	685	565	>666	
		i = 4	>728	663	595	>662	
2: 1,5: 1	constant	i = 1	708	726	655	696,3	>685,6
		i = 2	680	>728	649	>685,3	
		i = 3	676	>728	653	>695,7	
		i = 4	655	>728	673	>685,3	
3: 2: 1	constant	i = 1	397	486	580	487,7	463,7
		i = 2	395	420	563	459,3	
		i = 3	446	445	579	490	
		i = 4	493	491	570	518	

lor : Sp : Sd_1 : Sa = 1,2 : 1,1 : 1 ; Sp : Sd_1 : Sat = 2 : 1,5 : 1 și Sp : S_{d_1} : Sat = 3 : 2 : 1. Probele s-au turnat din fontă cenușie Fc 280 CrCu, avînd la începutul turnării temperatura T_t = 1350°C. S-au turnat nouă probe în grupe de cîte trei din fiecare raport de convergență. Fiecare grupă cuprinde cîte o probă din fiecare raport de convergență. În cadrul fiecărei grupe, ordinea de turnare s-a inversat, astfel încît fiecare raport de convergență să fie folosiit o dată primul, o dată al doilea și o dată ultimul, astfel încît să se compenseze influența răcirii aliajului în oala de turnare asupra mediei fluidității de turnare.

succesiune : I—s-a turnat o probă convergentă cu Sp : Sd_1 : Sat = 3 : 2 : 1 ; II—probe divergente cu Sp : Sd_1 : Sat = 1 : 2 : 1 ; III—o singură probă convergentă cu Sp : Sd_1 : Sat 3 : 2 : 1.

În seria a treia s-au turnat probe avînd aceleași raporturi de convergență și divergență ca în seria a doua, însă canalul de distribuție a avut secțiune descrescătoare, în trepte.

Probele sînt prezentate în figura 2, *a* — *c*, iar valorile fluidității, exprimate prin lungimea străbătută de fonta lichidă în alimentatori, sînt redate în tabelele 2 și 3. În figurile 3 și 4 s-a reprezentat grafic, sub formă de histograme,

Tabelul 3

Rezultate experimentale privind influența diametrului piciorului pîlniei asupra fluidității de turnare pentru rețele cu patru alimentatori

Table 3

Test results for sprue diameter influence on eastability in four gate pouring systems

Seria de turnări	Nr. curent	Raportul secțiunilor $S_p : S_{d_1} : S_{at}$	Forma canalului de distribuție	Nr. de ordine al alimentatorilor	Lungmea spiralei de fluiditate, l_i			Media în rețea: $l_{med} = \frac{1}{4}\sum_{i}^{n} l_i$
					proba 1	proba 2	media pentru alimentator	
—	—	—	—	—	mm	mm	mm	mm
I	1	3:2:1	constant	i = 1 i = 2 i = 3 i = 4	458 519 535 519	378 332 385 413	418 425,5 460 466	442,3
	2	1:2:1	constant	i = 1 i = 2 i = 3 i = 4	459 488 533 486	413 455 478 464	436 471,5 505,5 475	472,0
II	3	3:2:1	trepte	i = 1 i = 2 i = 3 i = 4	358 407 395 368	317 341 363 305	337,5 374 379 336,5	356,7
	4	1:2:1	trepte	i = 1 i = 2 i = 3 i = 4	368 415 422 331	343 329 378 335	355,5 372 400 333	365,1

În seria a doua de probe s-au studiat comparativ rețelele de turnare convergente și divergente cu canal de distribuție cu secțiune constantă, avînd rapoartele : Sp : Sd_1 : Sat = = 3 : 2 : 1 și respectiv Sp : Sd_1 : Sat = 1 : 2 : 1. Aceste rețele s-au deosebit numai prin secțiunea piciorului pîlniei. Probele s-au turnat din fontă cenușie. S-au turnat patru probe în următoarea

influența raportului de convergență asupra fluidității medii înregistrate în alimentatori.

Analizînd rezultatele se constată faptul că, în cazul rețelelor cu canal de distribuție cu secțiune constantă, creșterea raportului de convergență de la Sp : Sd_1 : Sat = 1,2 : 1,1 : 1 la 2 : 1,4 : 1 este însoțită de o creștere a fluidității medii, însă creșterea în continuare a raportului

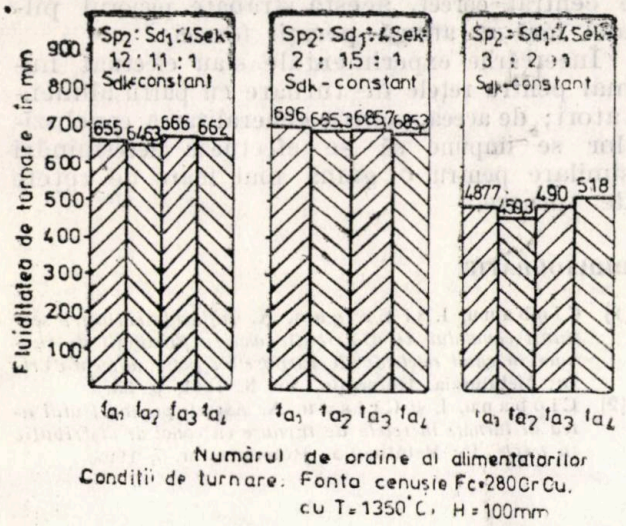


Fig. 3. Influența raportului de convergență asupra fluidității de turnare la rețele cu canal de distribuție cu secțiune constantă

Fig. 3. Influence of convergence ratio on the castability in case of gates with constant section runners

de convergență la Sp : Sd_1 : Sat = 3 : 2 : 1 este însoțită de o scădere evidentă a fluidității. Această scădere a fluidității de turnare este neașteptată deoarece experimentele anterioare efectuate prin modelarea hidraulică a curgerii prin rețele de turnare au pus în evidență faptul că, la creșterea raportului de convergență a rețelelor de turnare, viteza în secțiunile de atac crește continuu. De asemenea, la aceeași secțiune de atac, creșterea raportului de convergență este însoțită de creșterea razei hidraulice a canalului de distribuție și a piciorului pîlniei, fapt care ar trebui să ducă la diminuarea intensității de răcire a jetului de aliaj lichid și, deci, la fluidități de turnare mai mare.

Scăderea paradoxală a fluidității de turnare care însoțește creșterea raportului de convergență peste o anumită limită, pusă în evidență de probele efectuate, se explică prin prelungirea duratei de tranziție de la începutul turnării. Astfel, datorită dificultății legate de manevrarea oalei de turnare, debitul de la oala de turnare este limitat, iar canalul de distribuție și piciorul pîlniei se vor umple într-un timp mai lung deoarece o dată cu creșterea raportului de convergență crește și volumul lor. Ca urmare, la rapoarte de convergență mari, această prelungire a duratei de tranziție poate influența negativ fluiditatea de turnare. Rezultă faptul că, din punctul de vedere al fluidității de turnare la turnarea din oale basculante, raportul de convergență al rețelelor și, în primul rînd, diametrul piciorului pîlniei trebuie să fie corelate cu capacitatea oalei și cu posibilitățile de manevrare a acesteia la turnare. Dintre cele trei rețele convergente studiate, se poate afirma că rețeaua cea mai convenabilă este rețeaua cu

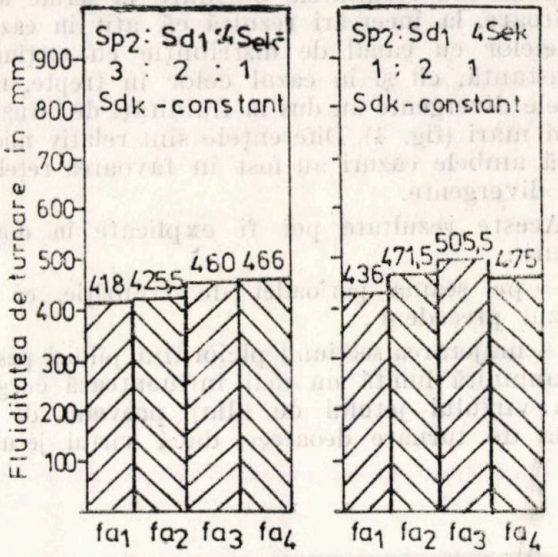


Fig. 4, a

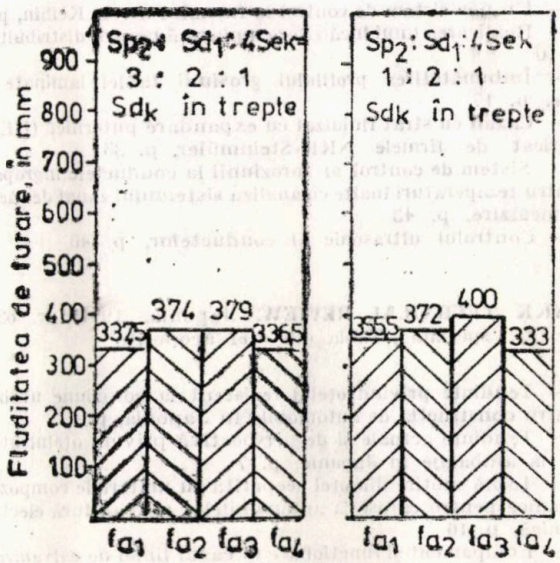


Fig. 4, b

raportul Sp : Sd_1 : Sat = 2 : 1,5 : 1 care asigură cele mai mari valori ale fluidității pentru toți alimentatorii și care are cea mai mare uniformitate a repartiției fluidității în cei patru alimentatori ai rețelei.

Analizînd rezultatele obținute la seriile următoare, la încercări rezultă că atît în cazul rețelelor cu canal de distribuție cu secțiune constantă, cît și în cazul celor în trepte, rețelele divergente au dus la fluidități de turnare mai mari (fig. 4). Diferențele sînt relativ mici, însă ambele cazuri au fost în favoarea rețelelor divergente.

Aceste rezultate pot fi explicate în două feluri:

— pe seama perioadei de tranziție, ca în cazul precedent;

— majorarea secțiunii piciorului pîlniei peste o anumită limită nu mai influențează curgerea vîrfului jetului de aliaj provenit de la oala de turnare deoarece, dacă vîrful jetului e centrat corect, acesta străbate piciorul pîlniei fără să atingă pereții formei.

Încercările experimentale s-au efectuat numai pentru rețele de turnare cu patru alimentatori; de aceea, pentru generalizarea concluziilor se impune să se efectueze determinări similare pentru o gamă mai mare de rețele de turnare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ciobanu, I. și Crișan, A. *Influența variației secțiunii canalului de distribuție asupra fluidității de turnare în cazul rețelelor de turnare cu patru alimentatori.* In: Metalurgia, România, nr. 8, 1991, p. 35.

[2] Ciobanu, I. și Crișan, A. *Aspecte privind fluiditatea de turnare în rețele de turnare cu canal de distribuție în trepte.* In: Metalurgia, România, nr. 7, 1992.

Revista Revistelor

NKK TECHNICAL REVIEW, Japonia, 1991, nr. 62

— Un nou sistem de control la furnalul nr. 1, Keihin, p. 1
— Realizarea unui încălzitor cu plasmă pentru distribuitor, p. 10
— Îmbunătățirea profilului grosimii tablei laminate la rece, p. 17
— Cazan cu strat fluidizat cu expandare puternică (HEX) fabricat de firmele NKK-Steinmüler, p. 33
— Sistem de control al coroziunii la conductele îngropate pentru temperaturi înalte cu analiza sistemului zonal de răcire și încălzire, p. 43
— Controlul ultrasonic al conductelor, p. 46

NKK TECHNICAL REVIEW, Japonia, 1991, nr. 63
Ediție specială „Tabla din oțel acoperită"

— Tendințe privind oțelul rezistent la coroziune utilizat pentru construcția de automobile în Japonia, p. 1
— Tendințe actuale și de perspectivă privind oțelul utilizat la ambalaje în Japonia, p. 7
— Tablă subțire din oțel acoperită cu materiale compozite organice pentru caroseria automobilelor și aparatură electrocasnică, p. 16
— Echipament și funcționare în cazul liniei de galvanizare continuă nr. 2 la uzinele Fukuyama, p. 23
— Perfecționarea analizorului de acoperire în flux a tablei din oțel galvanizate și recoapte la linia de galvanizare continuă nr. 2, Fukuyama, p. 32
— Comportarea la aliere cu Fe—Zn și microstructura stratului de acoperirea tablei subțiri din oțel galvanizat și recopt, p. 38
— Utilizarea anodului acoperit cu oxid de iridiu la procesul de galvanizare electrolitică, p. 46
— Realizarea unui nou tip de oțel acoperit cu crom electrolitic pentru cutiile de conserve sudate, p. 53
— Punerea la punct a unui sistem de programare și evaluare a performanțelor pentru instalațiile de manipulare a uleiurilor, p. 61
— Protejarea prin acoperire a construcțiilor din oțel în climat rece, p. 69
— Instalațiile experimentale și echipamentul reactorului de cercetare japonez nr. 3 (JRR-3), p. 78

NKK TECHNICAL REVIEW, Japonia, 1992, nr. 64

— Extinderea aplicării turnării continue orizontale la fabricarea țevilor fără sudură, p. 1
— Aplicarea cuptorului cu aprindere directă la procedeul CAL/CGL (linie de recoacere continuă/linie de galvanizare continuă) utilizat de firma NKK, p. 8
— Un nou tip de oțel inoxidabil martensitic cu 15%Cr pus la punct pentru fabricarea țevilor pentrn foraj și extracție, p. 15
— Realizarea componentelor mari din aliaj de aluminiu de înaltă rezistență pentru nave cosmice, p. 21
— Punerea la punct și aplicarea sistemului SABIS (un sistem pentru montarea automată a segmentelor de tunel utilizate în construcțiile de protecție), p. 28

SIDEX S.A.

UZINA DE PIESE DE SCHIMB ȘI REPARAȚII SIDERURGICE

Cu sediul în incinta Combinatului siderurgic SIDEX S.A. Galați anunță pe cei interesați, firme particulare sau cu capital de stat, că primește comenzi pentru execuția următoarelor produse și servicii:

- utilaj de turnare (poduri, pîlnii, lingotiere);
- piese turnate din oțel, fontă, neferoase;
- piese forjate;
- construcții și confecții metalice;
- piese prelucrate de orice gabarit și complexitate;
- tratamente termice, termochimice, nitrurare ionică;
- reductoare, cuplaje, roți de rulare și alte ansamble mecanice;
- lagăre de alunecare;
- roți dințate cu dantură dreaptă, înclinată, în "V", în arc de cerc, roți de lanț și alte piese de schimb mecanice;
- S.D.V.-uri;
- reparații capitale și curente la instalații de ridicat;
- reparații și recondiționări pentru elemente hidraulice

1993 OKT 1 1

UZINA DE PIESE DE SCHIMB LA DISPOZIȚIA DUMNEAVOASTRĂ!

Putem fi contactați la tel. 934/31900/int. 2715

Galați, cod 6200
str. Siderurgiștilor, 1
Tel.: 934/30 004; 30 109
Telex: 51 312; Fax: 30 015

SIDEX — Iron and Steel Complex of Galatz

manufactures and exports for you

Hot Rolled Flat Products

- Ordinary steel strips and plates for constructions
- Fine grained steel strips and plates for welded constructions
- Atmospheric corrosion resistant steel strips and plates
- Shipbuilding steel plates
- High quality carbon steel strips and plates for machine building
- Steel plates for boilers and pressure vessels
- Steel strips and plates for cold bending and deep drawing
- Steel strips and plates for side bars and other parts with small bending radius
- Steel plates for mining equipment
- Stainless steel strips and plates and refractory steel for nuclear and aeronautical industry
- Steel strips and plates for automobile rims

Steel Semi-products

- Continuous cast or rolled slabs
- Continuous cast blooms
- Rolled billets

Coke-chemical products
Blast furnace coke

- Ferro-alloys coke
- Fine coke
- Coke-chemical ammonia sulphate
- Concentrated ammonia water
- Coal tar
- Technical ammonia
- Aromatic fractions
- Coke plant technic sulphur
- Pit coal tar
- Pit coal creosote for carbon black
- Coke-chemical absorption oil
- Phenolic fraction
- Crude anthracene
- Naphthalene
- Technical ferric sulphate
- Bitum

Cold Rolled Sheet

- Thin steel strips and sheets for cold formed shapes and welded pipes
- Sheets and strips for deep drawing
- Steel sheets and strips for car industry and sheets

Other Products

- Liquid and gas oxygen
- Liquid and gas nitrogen
- Liquid and gas argon
- Granulated blast-furnace slag
- Non-iron slag

GALATZ
1, SIDERURGIŞTILOR STREET
COD 6200
Tel.: 934/30 004;
30 109
TELEX: 51.257;
51.312

COMBINATUL SIDERURGIC GALAȚI • SIDEX • ROMANIA

A life experience on the steel market and many friends in the steel business!

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

COMBINATUL SIDERURGIC
SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiștilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşiţa, Tirgovişte, Călăraşi and Cimpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşiţa, Tirgovişte, Călăraşi şi Cîmpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru material rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E 3280

METALURGIA

Nr.10/92

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

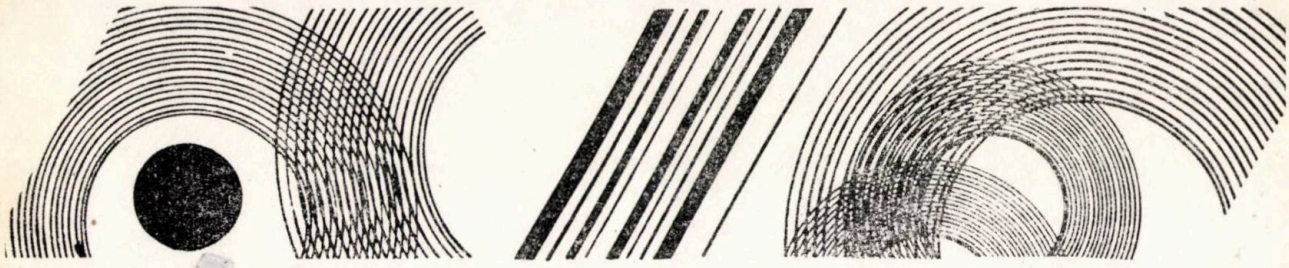
A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod**
- **seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

INDUSTRIA SÎRMEI S.A.
CÎMPIA TURZII ROMÂNIA



NUMBER ONE IN ROMANIA NUMARUL UNU IN ROMANIA

Offers:

- ROLLED WIRE AND SECTIONS
- DRAWN BARS
- ELECTRIC CABLES
- NAILS
- PULL ROPES
- FORGINGS
- CARBON STEEL AND ALLOY STEEL DRAWN WIRE
- NON-FERROUS ALLOY DRAWN WIRE
- WIRE AND STRANDS FOR REINFORCEMENT
- STAINLESS STEEL AND RESISTANT ALLOY DRAWN WIRE
- WELDING WIRE, ELECTRODES AND FLUXES
- BARBED WIRE
- WIRE NETS
- SINTERED PARTS OF METAL CARBIDES

Oferă:

- SÎRME ȘI PROFILE LAMINATE
- BARE TRASE
- CABLURI ELECTRICE
- CUIE
- CABLURI DE TRACȚIUNE
- PIESE FORJATE
- SÎRME TREFILATE DIN OȚEL CARBON ȘI OȚEL ALIAT
- SÎRME TREFILATE DIN ALIAJE NEFEROASE
- SÎRME ȘI TOROANE PENTRU ARMAREA BETONULUI
- SÎRME TRASE DIN OȚEL INOX ȘI ALIAJE REZISTIVE
- SÎRME, ELECTROZI ȘI FLUX DE SUDURĂ
- SÎRMĂ GHIMPATĂ
- PLASE DIN SÎRMĂ
- PIESE SINTERIZATE DIN CARBURI METALICE

Your orders can be sent on our address: Industria Sîrmei S.A., Str. Laminoriștilor nr. 45 Cîmpia Turzii 3351 — România. Telefon 095/368150, Telex 312812. Fax 095/367460

ADRESA: STR. PRELUNGIREA BUCUREŞTI
nr. 162 CĂLĂRAŞI c od. 8500 ROMÂNIA
TELEFON. 091/111780
TELEX: 86225
FAX. 091111492

SIDERCA S.A.

Company name: **"SIDERCA" S.A.**
Ownership: **"SIDERCA" S.A.** is a joint stock company
Scope of activity:
Manufacture and trade of iron and steel products, coke and chemical by-products, agglomerate, lime, dolomite, spare parts, electric and thermal power, services, repairs.
Trade register: J51/8/1991
Member of the Chamber of Commerce
Stock capital: 4 mld dollars
Bank connections:
Romanian Commercial Bank
Romanian Development Bank
Romanian Foreign Trade Bank

"SIDERCA" S.A. este o societate pe acţiuni cu capital de stat
Obiectul societăţii:
Producţia şi desfacerea de profile laminate din oţel, cocs şi subproduse chimice, aglomerat, var, dolomită şi blocuri dolomitice, piese de schimb, energie electrică, agenţi termici, confecţii şi construcţii metalice, transporturi, servicii
Registrul comerţului: J 51/8/1991
Membru al Camerei de Comerţ şi Industrie
Capital social: 4 mld. dolari
Conexiuni bancare:
Banca Comercială
Banca Română de Dezvoltare
BRCE

METALURGIA

REVISTĂ EDITATĂ DE „SIDEROM" S. A.

10 OCTOMBRIE 1992

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

colegiul de redacţie

(în ordine alfabetică)

VICTOR BERTALAN, MARIN BIVOLARU, GHEORGHE BUJGOI, ION CHIOSE, TOADER DUMITRACHE, ALEXANDRU FLOREA, EMIL FLORIAN, LADISLAU FRUMOSU, OCTAVIAN GRĂMADĂ, RADU HANGA, GHEORGHE LEPĂDATU, ŞTEFAN MĂRGINEANU, VIOREL MUNTEANU, PETRE NEDELESCU, ALEXANDRU ORZAŢĂ, VASILE PARPALĂ, NICOLAE PÎRVAN, ION PRISECARU, GELU CONSTANTIN RADU, BUJOR ROŞCA, SILVIU SAMOILESCU, EUGEN SANDU, IOAN FLORENTIN SANDU, COSTIN SCORŢEA, LAURENTIE SOFRONI, HORAŢIU VODĂ, LAURENŢIU ZAMFIR

sumar

Pârjol, M. şi Mititelu, Mihaela: **Testarea bonităţii pentru afaceri mai sigure** 5

Barca, F. şi Firescu, V.: **Posibilităţi de obţinere a ferococsului brichete** 8

Strugari, Fl., Dobrea, M. şi Iacob, Ştefania: **Importanţa calităţii materialelor refractare în procesele tehnologice modernizate din oţelăriile de la SIDEX S.A. Galaţi** 10

Mircescu, I. şi Eniu, Magda: **Indepărtarea depunerilor din ţevile răcitoarelor de gaz de cocs în secţiile chimice ale uzinei cocsochimice SIDEX S.A. Galaţi** 15

Dina, Vasilica: **Metoda de calcul al parametrilor regimului de suflare a oxigenului în convertizorul LD** 19

Apa, L.: **Calculul solubilităţii carbonului în aliaje feroase multicomponente** 22

Manthner, A.: **Mărirea capacităţii liniilor de prelucrare a benzilor metalice şi a gradului de scoatere de metal prin utilizarea agregratelor de sudat** 25

Gavăţ, C., Darziu, C. şi Darziu, Elena: **Cercetări privind bilanţul alcalilor în furnale în vederea asigurării funcţionării corespunzătoare a acestora** 30

Ivaşcan, Şt., Antonescu, I. şi Creţescu, I.: **Contribuţii la studiul acoperirilor metalice anticorosive realizate în condiţii speciale** 37

Ripoşan, I. şi Chişamera, M.: **Experienţă industrială în utilizarea carburii de siliciu metalurgice la producerea fontelor în cuptoare cu inducţie şi în cubilou în România** 40

Revista revistelor 14, 18, 29

Noutăţi editoriale 7

Redactor responsabil: prof. dr. ing. L. SOFRONI
Şef CIDMET: ing. Brânduşa Florentina Scorţea
Redactor: DIANA BOGDAN
Traducere: ing. Sabin Florea
Stilizare: Ioana Kuglay
Corectură: Rodica Roşu

Redacţia şi administraţia: Bucureşti, str. Mendeleev, nr. 21–25, sector 1, cod 70 168; telefon 659 49 90.
Instituţiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SMB. Costul unui abonament: lei 3 000 anual. Costul unui exemplar: lei 250.

Tiparul: S. C. „UNIVERSUL" S. A. str. Brezoianu nr. 23–25 ● Bucureşti c. 3667

contents

DC : 669.15—194

Pârjol, M. and Mititelu, Mihaela : **Solvency testing for more reliable business**

The modern market economy, which implies reliability for millions of business transactions, has developed towards business risk reduction techniques, entirely different from the traditional ones.

In modern trade business, guarantees such as endorsers, mortgages etc are replaced by the use of intelligence about the solvency of the partners, provided by specialized agencies.

In Romania, this field is covered by the ROMDATA Agency, which in this paper presents a full batch of specific assistance for its domestic and foreign parteners.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 5—7

DC : 662.815

Barca, F. and Firescu, V. : **Possibilities of making ferrocoke briquettes**

The authors suggest the use of coke fines remaining from screening in coking plants and blast furnaces. Thus, the coke fines are optimally capitalized by introducing them again in the iron and steel making process, and coverg the coke deficit in ironmaking.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 8—9

DC : 666.76 : 669. 14

Strugari, Fl , Dobrea, M. and Iacob, Ştefania : **Refractory quality importance in the revamped steel making processes of SIDEX Galatz**

At SIDEX Galatz, a wide process of revamping and upgrading of blast furnaces, steel works, continuous casting shops and roll mills takes place. All these aim at increasing productivity and efficieny and reducing the consumption of raw materials, materials and energy.

The specialists are also interested in pollution control and recovery of secondary energy.

This revamping and upgrading activity doesn't attain its object unless an adequate quality of the refractories coming in contact with the liquid steel is secured.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 10—14

DC : 66.078

Mircescu, I. and Eniu, Magda : **Removal of the deposits from inside the pipes of coke oven gas coolers in the chemical section of the Coke-Chemical Plant — SIDEX SA Galatz**

The paper comprises an effective and cheep solution to remove the deposits inside the pipes of coke oven gas coolers in the chemical sections of the Coke-Chemical Plant — SIDEX SA Galatz.

Coke oven gas coolers use recycling water as a cooling agent and overcooled water during warm season. As time goes on, the space where water circulates is filled with deposits due to suspensions and salts of water. As the deposit layer increases, the resistance at water passage increases, the consumption decreases, leading to a disturbance in heat exchange and to a corrosion increase.

During a first stage, the chemical composition of the deposits on the pipes was determined : calcium and magnesium salts (carbonates and sulphates), aluminium, iron and silicon oxides as well as an amount of water sludge and air dust.

During the next stage, the methods of deposit removal were tested :

— mechanical cleaning, in this case its application being more difficult due to horizontal arragement of the pipes ;

— chemical washing with mineral acids ; for this purpose mineral acid washing was tested in the presence of corrosion inhibitors.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 15—18

DC : 669. 184. 244. 86

Dina, Vasilica : **Evaluation method for L.D. converter oxygen blast parameters**

The paper shows the results of the studies and investigations made by the author related to the converter oxygen blasting.

A fast computation method for the optimal parameters of oxygen blasting into converter, depending on the size of the charge (melt), is highlighted.

The package of mathematical relations can be processed for all alternatives and generally valid nomograms can be plotted for an easy use in industrial activity.

The adequate blast intensity is thus assessed both for a given converter size and for the available lance.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 19—21

DC : 669. 15. 24—194

Apa, L. : **Estimation of carbon solubility in multi-component ferrous alloys**

The paper suggests a calculation model, based on C. Wagner's theory for carbon solubility in liquid ferrous alloys containing 2—3 alloying elements, and compares the estimated results with the experimental values quoted by technical publications.

The consistency of the two types of results is satisfactory and confirms the validity of both the calculation method and the used interaction parameters.

Metalurgia 44 (1992), no. 9, p. 22—24

DC : 621. 791. : 621. 9. 04

Manthner, A. : **The increase of metal strip processing lines capacity and of the metal yield coefficient by using welding equipment**

The author presents some types of welding equipment used on the metal strip processing lines, indicating the types of equipment made in Romania. The advantages of the use of such equipment are demostrated both with original mathematical formula and with diagrams.

Metalurgia 44 (1992), no. 9, p. 25—29

DC : 660.162. 2 : 661. 3

Gavăţ, C., Darziu, C. and Darziu, Elena : **Investigation on alkalies balance for an optimal operation of blast furnaces**

The present paper shows the negative influence of alkalies on blast furnace operation, the actual possibilities of eliminating the alkalies from the blast furnace or from the charge and the situation of the SIDEX Galatz blast furnaces, compared with other furnaces, as regards the alkalies elimination.

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 30—36

DC : 621.793

Ivaşcan, St., Antonescu, I. and Crefescu, I. : **Contributions to the study of anticorrosive metallic coatings in special conditions**

Metalurgia 44(1992), no. 9, p. 37—39

DC : 669. 13 : 621. 745. 34

Ripoşan, I. and Chişamera, M : **The industrial experience in using silicon carbides in furnace iron making**

The paper sinthetizes the experience in using the types of CASIROM N 20 metallurgical silicon carbide by the Romanian iron foundries.

Metalurgia 44 (1992), no. 9 p. 40—47

contents

TESTAREA BONITAŢII PENTRU AFACERI MAI SIGURE

Ing. M. Pârjol
Ec. Mihaela Mititelu
Firma ROMDATA

CZ 65.011.4

Partea I

„În afaceri încrederea trece prin suspiciune" susţine un aforism, care a devenit o regulă de comportament în economia de piaţă.

Orice afacere implică un risc şi, din această cauză, un obiectiv principal al întreprinzătorilor, al managerilor îl constituie reducerea la minimum a pericolelor generate de risc, ca una din condiţiile dezvoltării activităţii şi creşterii profitului.

În ţările dezvoltate cu economie de piaţă, sînt utilizate în mod uzual tehnici, devenite clasice, de reducere a riscului şi de testare a credibilităţii partenerilor, ţinînd seamă tocmai de argumentele prezentate mai sus.

Agenţii economici din România simt şi ei necesitatea obţinerii unor informaţii şi aplicării unor măsuri care să limiteze riscurile în afaceri. Această necesitate este ilustrată chiar şi numai prin faptul că o mare parte a societăţilor comerciale nu acceptă plata livrărilor sau serviciilor decît prin CEC, cu soldul confirmat de banca plătitoare, cunoscîndu-se că mulţi clienţi sînt insolvabili.

La acestea se adaugă şi faptul că mulţi agenţi economici stabilesc contacte cu parteneri externi fără a dispune de modalităţi de testare a credibilităţii acestora, ceea ce face ca riscul unor asemenea afaceri să fie foarte ridicat.

În acest sens, un exemplu recent, din mai multe cazuri similare, îl constituie cel al unei mari societăţi comerciale metalurgice din România, care se găsea într-un stadiu avansat de negocieri cu un partener extern. Apelînd la serviciile societăţii comerciale ROMDATA, a reuşit să blocheze la timp un parteneriat de-a dreptul falimentar, fiind informată că partenerul respectiv este în supraveghere judecătorească pentru lichidarea patrimoniului şi restituirea datoriilor pe care le avea.

Sînt desigur cunoscute unele soluţii clasice de protecţie a afacerilor, prin garanţii din partea unor terţe persoane sau prin ipoteci asupra bunurilor mobile sau imobile care, fără îndoială, sînt deosebit de sigure, dar implică proceduri greoaie, incomode, îngreuind adesea foarte mult derularea fluentă, rapidă a afacerilor.

Consolidarea potenţialului economic al numeroase firme, existenţa unor fluxuri continue şi relativ sigure de mărfuri reprezintă în sine elemente de securitate şi de protecţie a afacerilor.

Fără a elimina riscul afacerilor, o asemenea evoluţie pozitivă a economiei a creat mediul pentru apariţia şi dezvoltarea unui concept diferit cu privire la posibilitatea reducerii riscului şi a protecţiei afacerilor, prin obţinerea şi valorificarea informaţiilor despre partenerii de afaceri.

În acest sens, apelul la firme specializate neutre, care furnizează informaţii economico-financiare, constituie o practică azi larg răspîndită în ţările cu economie de piaţă. Deşi existenţa unor asemenea firme specializate în furnizarea de informaţii financiare este veche de peste un secol, transformarea informaţiei într-o marfă de largă circulaţie este de dată mai recentă şi este legată de utilizarea tehnicii electronice de calcul, singura care permite culegerea şi înmagazinarea unui volum uriaş de informaţii, prelucrarea şi furnizarea rapidă a acestora.

În procesul de trecere a României la economia de piaţă, a început să se dezvolte, în mod firesc, şi o activitate specifică profilată pe furnizarea de informaţii economico-financiare despre bonitatea şi credibilitatea partenerilor de afaceri.

În prezent, pot fi obţinute asemenea informaţii atît despre unele societăţi comerciale din România, cît şi despre parteneri din orice ţară a lumii, avînd în vedere conexiunea creată între ROMDATA SRL şi unele societăţi de renume mondial, unanim recunoscute pentru calitatea, promptitudinea şi obiectivitatea informaţiilor furnizate.

Cîteva reguli generale guvernează activităţile de informare tehnico-financiare despre partenerii de afaceri :

— **Obiectivitatea informaţiei** este o condiţie principală a funcţionării sistemului, aceasta presupunînd o verificare de către o firmă neutră, neimplicată în afaceri, a informaţiilor din diferite surse şi definitivarea lor după o minuţioasă analiză de către personal calificat şi specializat utilizînd tehnici specifice.

— **Informaţia integrată**, care formează o imagine de ansamblu a partenerului, referitoare la diferitele laturi ale activităţii fiecărui agent economic testat.

— **Informația actualizată**, ceea ce presupune o ținere permanentă la zi a băncii de date, printr-un sistem de legături cu sursele de bază și prin controlul actualizării informațiilor.

— **Descentralizarea activității**, în sensul prezenței agenților specializați în teritoriu, în apropierea agenților economici cu care lucrează, ceea ce permite să se obțină, în termen scurt, informații viabile de la sursele primare; circulația informației pe teritoriul național este asigurată de o bancă centrală de date.

— **Informațiile furnizate în termen scurt** spre a satisface, în timp util, nevoia oamenilor de afaceri de a cunoaște situația la zi a partenerului cu care este interesat să încheie o afacere.

Beneficiarii din România pot obține informații despre partenerii de afaceri din țară sau din străinătate, care cuprind un pachet de date privind: forma juridică de organizare actuală; istoricul firmei; capitalul social; conducerea firmei, experiența, calificarea acesteia; profilul de activitate; evoluția activității; numărul de salariați; banca sau băncile finanțatoare; bunurile imobiliare de care dispune firma respectivă.

Deosebit de aceste informații de prezentare generală a partenerului, informațiile includ și datele „mobile", cum sînt: volumul anual al vînzărilor; activul și pasivul, cu principalele costuri; comportarea în plăți a firmei și recomandări cu privire la relațiile de afaceri.

Ca o sinteză a stării economice este prezentat și **indicele de bonitate** (de solvabilitate, de capacitate de a plăti un credit), care reprezintă un indicator sintetic practicat de firmele specializate în informarea economico-financiară și care **dă o imagine globală asupra unui agent economic exprimat printr-o singură cifră** (indicele sau nota de bonitate).

În scopul unei percepții cît mai rapide a indicelui de bonitate, se folosește în multe țări, și în sistemul practicat în România, sistemul notelor școlare. **Aceasta înseamnă că un partener notat cu note cuprinse** între 8 și 10 este **demn de încredere maximă, în timp ce o notare de 4—6 semnifică o situație nu tocmai favorabilă, iar notele 1—3 elimină orice credibilitate în afacerile cu partenerul respectiv.**

În ceea ce privește sursele de culegere a informațiilor, acestea se bazează, în primul rînd, pe datele culese direct de la firma în cauză, pornind de la principiul transparenței și onestității în afaceri. Desigur că, în afară de aceasta, se apelează și la alte surse cum sînt: informațiile din Registrul Comerțului și Industriei; bilanțurile și rapoartele de activitate publicate; anunțurile publice ale judecătoriei despre datornici, falimente, licitații, partajări de bunuri; informațiile statistice; informațiile din presă.

Practica informării despre bonitatea partenerilor de afaceri creează un nou climat etic specific economiei de piață, care poate fi caracterizat prin următoarele:

— transparență în afaceri: fiecare știe și înțelege că partenerul are dreptul să fie informat corect despre situația celui cu care negociază;

— vehicularea numai a informațiilor publice și în limita în care agentul economic testat este dispus să le furnizeze;

— discreția, confidențialitatea despre parteneri și date; acestea nu circulă decît către cei direct interesați să stabilească relații de afaceri, nu se publică și nu se fac publice;

— crearea treptată în rîndul agenților economici a sentimentului de necesitate de a fi cunoscut pe piață ca întreprindere, societate, firmă serioasă, capabilă de a susține afaceri solide, în anumite limite.

De aici decurge firesc practica de a furniza, în mod benevol, informațiile solicitate despre propria activitate;

Într-un asemenea mediu, încercarea de izolare a unor agenți economici, de „sustragere" din circuitul informațiilor, poate avea efecte nefavorabile deoarece o asemenea tendință este generatoare de suspiciuni care se răsfrîng negativ în reușita afacerilor. Trebuie menționată experiența altor țări în care, de regulă, chiar firmele aflate într-o situație temporar nefavorabilă nu se sustrag circuitului de informații, deoarece singura eventuală posibilitate de redresare se poate baza numai pe o încredere partenerială.

Firmele românești dispun, în prezent, de această modalitate de a crește siguranța afacerilor pe care le încheie, apelînd la această cale modernă: a informării complete și corecte despre orice partener potențial.

În numărul viitor vom prezenta alte activități derivate sau corelate cu informațiile de bonitate economico-financiară a partenerilor de afaceri.

Partea a-II-a

Activități derivate din informațiile economico-financiare

În strînsă legătură cu activitatea de analiză a bonității și credibilității economico-financiare a unei societăți comerciale este și activitatea de evaluare.

Corelația dintre cele două activități pornește de la faptul că Raportul de bonitate este o radiografie succintă a unei firme, a cărei activitate economico-financiară poate fi apoi aprofundată cu tehnici specifice de evaluare/reevaluare.

De asemenea, băncile de date construite din analizele de bonitate permit clasificarea și estimarea profitabilității diferitelor societăți, în funcție de ramura de activitate, vechime, conjunctura economică și alți parametri, element esențial în evaluarea stării actuale și de perspectivă a firmei analizate.

Tot banca de date a Rapoartelor de bonitate poate da informații colaterale, utile în activitatea de marketing și stabilirea/dezvoltarea de relații de afaceri.

Clasificarea și codificarea obiectului de activitate a subiectului analizat, precum și analiza intențiilor de perspectivă ale acestuia permit obținerea unor informații derivate, care, înscrise într-un circuit informațional adecvat (cu specific de marketing și parteneriat de afaceri), creează șansa stabilirii unor noi conexiuni comerciale și de investiții cu firme din țară și din străinătate.

Luînd în considerare specificul și interdependența activității prezentate, firma ROMDATA a dezvoltat divizii specifice **(bonitate, evaluare, marketing)** care valorifică optim, în favoarea abonaților săi, un nucleu nou de date cu multiple funcționalități.

O altă activitate semnificativă derivată din informațiile economico-financiare este activitatea de incasso.

Aceasta constă în preluarea de către o firmă specializată a activităților, în vederea încasării creanțelor (creditelor acordate) de la debitori.

Se desfășoară în următoarele cazuri :

— sesizarea de către client printr-o cerere prin care solicită preluarea activității de incaso;

— identificarea istoriei relației (de la client) :

— valoarea ;

— termene scadente ;

— reclamații ale creditorului ;

— somații ;

— preluarea problemei de către banca de date incaso, sesizarea imediată a debitorului care este preluat în urmărire de societatea de informare ;

— introducerea informației în banca de date cu privire la situația economico-financiară a firmelor ;

— informații din banca de date a informațiilor economico-financiare cu privire la situația datornicilor ;

— acțiuni pentru rezolvarea litigiului pe căi nejudecătorești :

— convenirea cu debitorul a unor modalități și termene de plată, în funcție de capacitatea sa financiară — puse de acord în prealabil cu creditorul ;

— controlul sistematic al termenelor ;

— informarea periodică a creditorului (la cererea acestuia) privind evoluția lichidării creanței.

— dacă aceste acțiuni nu dau rezultate, se acționează pe cale judecătorească.

Această activitate prezintă următoarele avantaje : dacă acțiunea judecătorească nu dă rezultate, taxa penală care se plătește este mică și nesemnificativă pentru client ;

— dacă nu se reușește pe cale judecătorească, se continuă urmărirea debitorului (conform legii, datoria se stinge după 30 de ani) ; în acest interval, orice posesiune sau mijloc dobîndește este pus sub urmărire — în țară sau străinătate.

— se preiau frecvent cazuri clasate de creditori, fără speranță ;

— toate cheltuielile și riscurile revin firmei urmăritoare — numai în cazul recuperării datoriei firma își recuperează cheltuielile și taxele în propriul ei profit.

NOUTĂȚI EDITORIALE

CERCETĂRI ENERGETICE ȘI TEHNOLOGICE DE UTILIZARE A PLASMEI LA ELABORAREA OȚELULUI

Autor : dr. ing. Herbert Pfeifer

Anul de apariție : 1992, 275 pag., 213 fig., 21 tabele Preț : 120 DM

Cuprins :

— Introducere

— Utilizarea tehnicii plasmei la elaborarea oțelurilor

— Determinarea datelor materiale ale plasmei termice

— Modelarea arcului electric și a jetului de plasmă

— Cercetări experimentale asupra unui cuptor cu plasmă, de curent alternativ

— Modelarea și rezultatele de funcționare ale unui cuptor-oală, cu plasmă

— Modelare și rezultate ale simulării pentru distribuitorul de la turnarea continuă, cu încălzire cu plasmă

— Rezumat

— Bibliografie

POSIBILITĂȚI DE OBȚINERE A FEROCOCSULUI BRICHETE

Prof. dr. ing. F. Barca
Institutul Politehnic
București
Ing. V. Firescu
Ministerul Industriei

CZ : 662.815

Problema fabricației cocsului brichete prezintă inconvenientul unor consumuri sporite de combustibil și energie atît pentru brichetare, cît și pentru operația de cocsificare a acestora, la care se adaugă costul liantului. Într-o astfel de situație nici unul din tipurile de cocs brichete nu este competitiv din punct de vedere economic în comparație cu cocsul clasic.

Această lucrare prezintă modul de fabricare a unor brichete care să justifice consumul de liant și cel energetic de obținere a rețelei de cocs din liant, prin reducerea altor consumuri specifice energetice.

Siderurgia dispune de cantități importante de cocs mărunt (—10 mm) rezultat din cocsificarea clasică a cărbunilor și din sortarea cocsului la furnale, cocs care are un conținut de sulf de maximum 1,7%.

Pentru fabricarea fontei se utilizează mari cantități de minereuri de fier, concentrat prin flotație, care necesită aglomerarea acestora și care ajung la consumuri deosebit de mari de combustibil și energie.

Autorii descriu o procedură de scădere importantă a consumului pentru aglomerare, prin obținerea unui ferococs în brichete din cocs mărunt și minereu de fier, brichetat împreună, folosind drept liant bitumuri petrolifere, iar ca posttratament, oxidarea timp de cîteva ore cu gaze de ardere cu o temperatură de 240—280°C.

Cheltuielile privind aglomerarea minereului înglobat în brichete compensează costul liantului, al brichetării și al oxidării brichetelor, asigurînd un profit optim economic.

Cercetările s-au efectuat utilizînd cocs mărunt sub 3 mm, cu un conținut de sulf de 1,06% și cu un conținut de materii volatile de 1,15%, precum și concentrat de siderită de granulație sub 1 mm.

Liantul utilizat a fost bitumul industrial parafinos cu punct de înmuiere 58,5°C și conținut de cenușă de 0,25%.

Brichetele s-au format în matriță la presiunea de 300 kgf/cm² și au fost oxidate (conținut de oxigen în gazele arse 16—17%), în condiții de laborator, la temperaturi cuprinse între 260 și 280°C, timp de 2—4 ore.

În cadrul experimentărilor s-au avut în vedere influența procentului de minereu de fier și de liant, precum și a temperaturii și duratei de oxidare asupra calității ferococsului.

Calitatea ferococsului obținut a fost urmărită prin determinarea rezistenței mecanice la toba Nedelmann a brichetelor.

Rezultatele obținute sînt redate în figurile 1 și 2, care prezintă conținuturi diferite de bitum petrolifer parafinos.

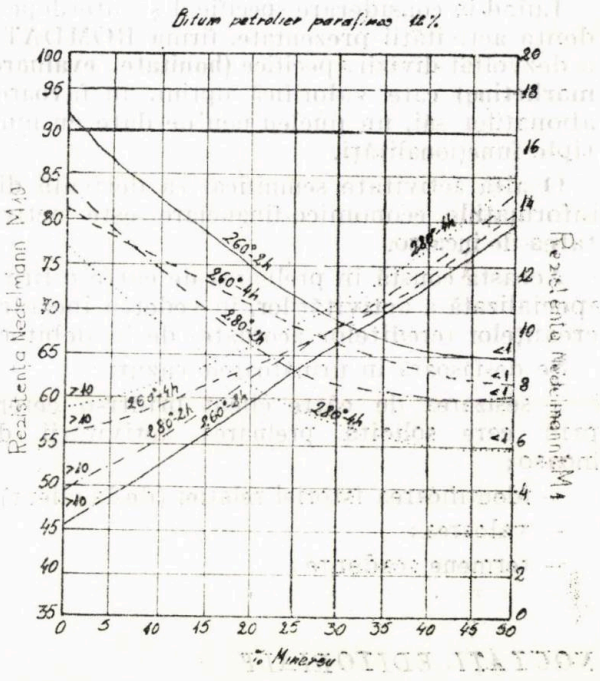


Fig. 1. Diagrama caracteristicilor brichetelor de ferococs cu 12% bitum petrolifer parafinos

Fig. 1. Diagram with the properties of the ferro-coke briquettes containing 12% petrolium wax asphalt

Din analiza diagramelor din aceste figuri rezultă următoarele :

— creșterea procentului de minereu de fier în brichete duce la creșterea calității ferococsului ; brichetele înglobează optim pînă la 50% minereu ;

— procentul de liant influențează favorabil rezistența, brichetele cu 14% liant avînd o rezistență mai mare decît cele cu 12% liant ;

— la temperatura de tratament termic de 260 și 280°C, cu cît temperatura de oxidare este mai ridicată și durata procesului de tratament

termic este mai mare, cu atît rezistența ferococsului este mai ridicată și conținutul de praf mai scăzut.

Ferococsurile astfel obținute au fost analizate din punct de vedere al conținutului de materii volatile și de sulf.

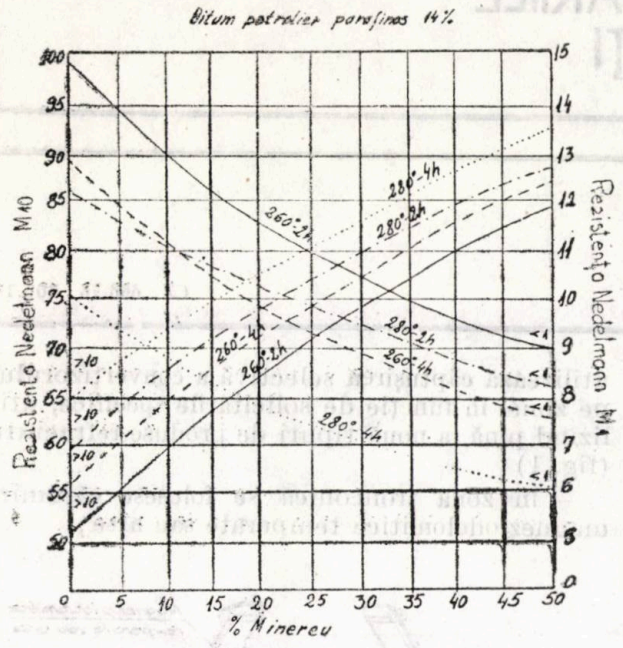


Fig. 2. Diagrama caracteristicilor brichetelor de ferococs cu 14% bitum petrolifer parafinos

Fig. 2. Diagram with the properties of the ferro coke briquettes containing 14% petrolium wax asphalt

Pentru toate probele, conținutul de materii volatile la anhidru s-a situat sub 3%, iar conținutul de sulf la anhidru a fost sub 0,5%. Experimentările s-au reluat cu rezultatele reproductibile, utilizînd concentrate de minereu din import.

CONCLUZII

Este posibilă introducerea unei părți din minereul de fier în furnal fără aglomerare, prin intermediul ferococsului, economisind o importantă cantitate de combustibil și energie (15—20%).

Ferococsul fabricat prin acest procedeu este competitiv din punct de vedere al conținutului de sulf întrucît se lucrează cu cocs mărunt, iar sulful din materiile volatile nu poate fi reținut de minereu.

Ferococsul permite echilibrarea consumurilor energetice, costul liantului, al brichetării și al tratamentului termic, în raport cu sinterizarea din cadrul procesului de aglomerare. Acest procedeu valorifică resursele secundare de energie din combinatele siderurgice.

Conținutul mai redus de materii volatile ale ferococsului în raport cu cocsul brichete fabricat prin procedeul termooxidant este justificat prin acțiunea catalitică a fierului asupra oxidării în cadrul procesului.

Condițiile de obținere a unui ferococs brichete de calitate corespund unei rețete cu 50% minereu de fier, 14% liant și 36 % cocs mărunt clasic, brichetat la presiunea de 300 kgf/cm² (în presă de ovoide).

Tratamentul termochimic se efectuează timp de patru ore la o temperatură de 280°C cu gaze arse cu un conținut de 16—17% oxigen.

Lucrarea propune utilizarea în acest mod a măruntului de cocs excedentar, rezultat la sortarea în cocserii și la furnale. În acest mod, cocsul mărunt se valorifică optim prin reintroducerea în circuitul siderurgic și completează deficitul de cocs la fabricarea fontei (în prezent este un excedent mare în unitățile siderurgice de cocs mărunt).

Brichetele de ferococs pot fi utilizate în procent de pînă la 10 în furnale de capacitate pînă la 700 m³ volum util și 5% la furnalele de 1000 m³ volum util.

Lucrarea asigură și modul de valorificare a prafului uscat și a șlamului umed rezultate din epurarea gazului brut de furnal, cu un conținut de fier cuprins în intervalul de 26—42 %.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Blum, I., Barca, F. Chimia și prepararea combustibililor solizi.* București, Ed. Didactică și Pedagogică, 1966.

[2] * * * Enciclopedia de chimie vol. 3 București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1988

[3] *Barca F., Penu, A. — Procese primare de prelucrare a cărbunilor.* vol. I, Institutul Politehnic București, 1990

[4] Firescu, V. — *Cartea lucrătorului din industria cocsochimică.* București Editura tehnică 1975

[5] Ganger, G., Lach, M., J. and Mitchell, J.—AIME Proc. Blast. Furn. Coke Oven Raw Mat. Conf., 18. 152—161 1959

[6] Ban, F.E. and Worthlington, B, W.—J. Met., 12, 937, 1960

[7] Ban T.E., Worthlington B, W., and Thompson, C,D.—Mod. Cast. 39, 95—102, 1961

[8] Nandi, H, V., and Tyengar, M, S., — J. Sci, Ind. Res. 19. A, 84—87, 1960

IMPORTANŢA CALITĂŢII MATERIALELOR REFRACTARE ÎN PROCESELE TEHNOLOGICE MODERNIZATE DIN OŢELĂRIILE DE LA SIDEX S.A.—GALAŢI

Dr. ing. Fl. Strugari
Ing. M. Dobrea şi
Ing. Ştefania Iacob
„SIDEX" S.A. — GALAŢI

CZ : 666.76 : 669.14

Introducere

La „SIDEX" S.A.—Galaţi se desfăşoară un amplu program de modernizare şi retehnologizare a proceselor din furnale, oţelării, instalaţiile de turnare continuă şi laminoare. Toate acestea au ca scop creşterea productivităţii muncii, a eficienţei pe ansamblu, precum şi diminuarea consumurilor de materii prime, materiale şi energetice.

De asemenea, în atenţia specialiştilor noştri stă şi problema depoluării şi recuperării energiei secundare.

Aceste modernizări şi retehnologizări nu îşi ating scopul fără o calitate corespunzătoare a produselor refractare în contact cu oţelul lichid.

Convertizorul LD

Durabilitatea convertizoarelor este influenţată de calitatea materialelor refractare folosite pentru căptuşeală, parametru care diferă în fiecare ţară, în funcţie de resursele de materii prime ale ţării respective.

Astfel, la SIDEX Galaţi se folosesc pentru căptuşeala convertizoarelor în special produse refractare dolomitice, avînd în vedere disponibilitatea acestei materii prime la noi în ţară.

Căptuşeala de uzură a convertizorului LD este realizată în întregime din blocuri dolomitice temperate, legate cu smoală, realizîndu-se durabilităţi de 450—500 şarje/campanie.

Utilizarea raţională a produselor refractare şi creşterea durabilităţii căptuşelii convertizoarelor LD necesită realizarea unei înzidiri zonale a convertizoarelor, cu diferite calităţi de materiale refractare, în funcţie de natura solicitărilor.

Astfel, Japonia, care deţine recordul privind durabilitatea căptuşelii refractare a convertizoarelor cu oxigen (cca 10000 şarje/campanie), utilizează căptuşirea selectivă a convertizorului pe zone, în funcţie de solicitările specifice, utilizînd pînă la nouă tipuri de produse refractare (fig. 1) :

— în zona tronconică se folosesc cărămizi magneziodolomitice temperate sau arse ;

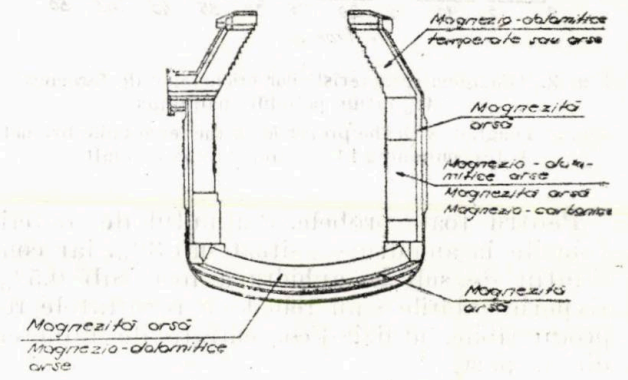


Fig. 1 Căptuşeala refractară a convertizorului LD— Firma Shinagawa

Fig. 1. The refractory lining of the LD converter belonging to the Shinagawa company

— în zona băii metalice se folosesc cărămizi magneziodolomitice arse la temperaturi ridicate, cărămizi arse din magnezită sau cărămizi magneziocarbonice ;

— zidăria fundului este realizată din cărămizi magnezitice arse sau magneziodolomitice arse la temperaturi ridicate.

În vederea creşterii durabilităţii convertizoarelor LD, la SIDEX Galaţi se practică : întreţinerea căptuşelii refractare prin torcretarea pe bază de program cu mase magneziodolomitice ; utilizarea dolomitei în procesul de elaborare a oţelurilor pentru creşterea conţinutului de MgO din zgură ; se urmăreşte diversificarea cali-

tăţii materialelor refractare utilizate la înzidire, în funcţie de solicitările la care sînt supuse în timpul exploatării.

Recipientul de turnare

Este cunoscut faptul că transferarea unor procese din agregatul de elaborare în oala de turnare ridică probleme deosebite privind realizarea căptuşelii refractare la recipientul de turnare, care trebuie să răspundă condiţiilor concrete de afinare, dezoxidare, aliere, transport şi omogenizare (barbotare) a oţelului.

În acelaşi timp, oala de turnare trebuie să asigure decantarea impurităţilor exogene şi endogene, fără modificarea compoziţiei oţelului şi o scădere minimă a temperaturii oţelului lichid.

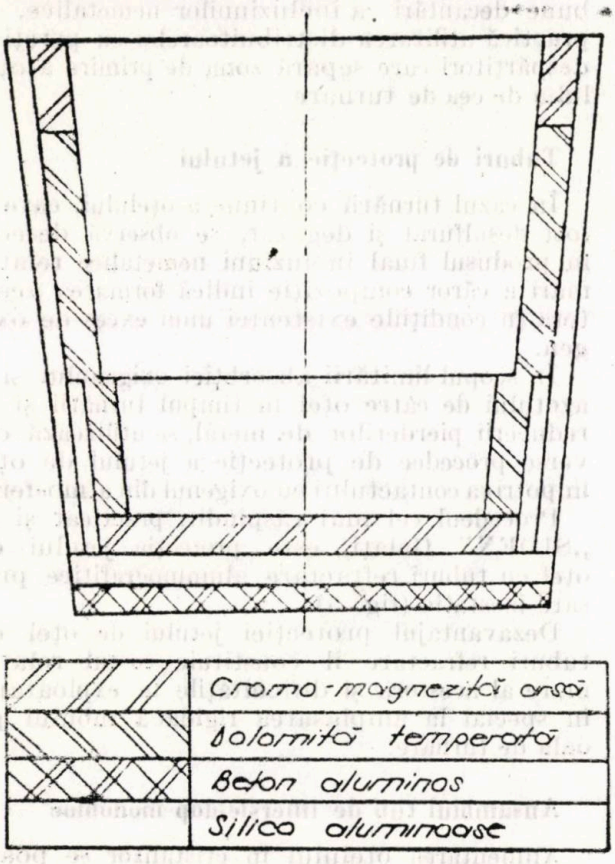


Fig. 2. Oala de turnare de 180 t — SIDEX Galaţi
Fig. 2. The 180 tons ladle of SIDEX Galatz

Oalele de turnare utilizate la turnarea continuă a oţelului la SIDEX Galaţi sînt căptuşite atît cu cărămizi refractare aluminoase cu cca 60% Al_2O_3, realizîndu-se durabilităţi de 12—14 turnări, cît şi cu cărămizi dolomitice legate cu smoală, temperate, cu durabilităţi de 30—35 turnări (fig. 2).

Pentru oalele înzidite cu dolomită şi utilizate la tratamentul suplimentar al oţelului se constată uzuri mari în zona fundului şi brîului de zgură. Pentru echilibrarea vitezei de uzură a

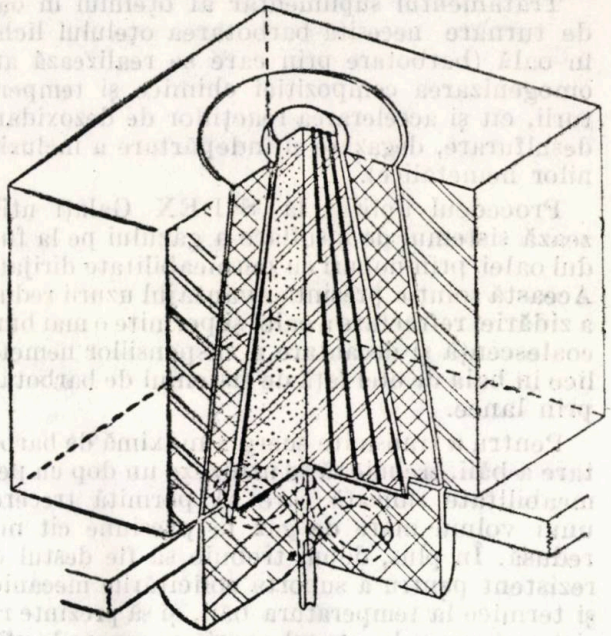


Fig. 3. Dop pentru barbotare cu argon
Fig. 3. Argon bubbling plug

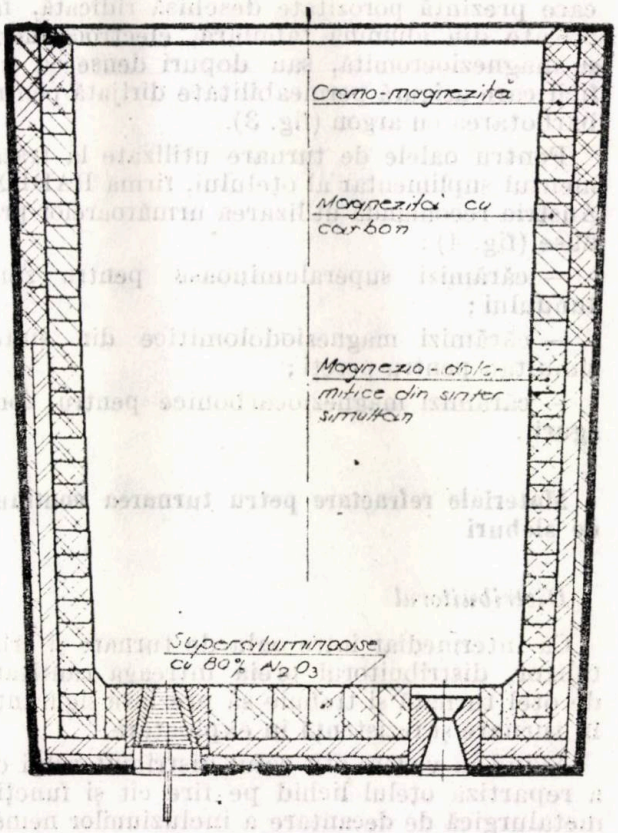


Fig. 4. Oala pentru tratamentul suplimentar al oţelurilor
Fig. 4. Secondary treatment ladle for steel

fundului şi zonei zgurii cu viteza de uzură a celorlalte zone se utilizează produse cromomagnezitice sau magnezitice cu conţinut redus de Fe_2O_3 şi cu adaos de grafit.

Tratamentul suplimentar al oțelului în oala de turnare necesită barbotarea oțelului lichid în oală (barbotare prin care se realizează atît omogenizarea compoziției chimice și temperaturii, cît și accelerarea reacțiilor de dezoxidare, desulfurare, degazare și îndepărtare a incluziunilor nemetalice).

Procedeul aplicat la SIDEX Galați utilizează sistemul de insuflare a gazului pe la fundul oalei, prin dopuri cu permeabilitate dirijată. Această soluție prezintă avantajul uzurii reduse a zidăriei refractare a oalei și permite o mai bună coalescență și decantare a suspensiilor nemetalice în baia de oțel față de sistemul de barbotare prin lance.

Pentru a transmite energia maximă de barbotare a băii, trebuie să se utilizeze un dop cu permeabilitate ridicată care să permită trecerea unui volum mare de gaz la presiune cît mai redusă. În plus, dopul trebuie să fie destul de rezistent pentru a suporta solicitările mecanice și termice la temperatura băii, și să prezinte rezistență mare la atacul zgurii ce apare la sfîrșitul turnării.

Pe plan mondial se utilizează dopuri poroase, care prezintă porozitate deschisă ridicată, fabricate din alumină tabulară, electrocorindon și magneziocromită, sau dopuri dense cu orificii care asigură permeabilitate dirijată pentru barbotarea cu argon (fig. 3).

Pentru oalele de turnare utilizate la tratamentul suplimentar al oțelului, firma RADEX-Austria recomandă utilizarea următoarelor produse (fig. 4) :

— cărămizi superaluminoase pentru zona fundului ;

— cărămizi magneziodolomitice din sinter simultan pentru pereți ;

— cărămizi magneziocarbonice pentru zona zgurii.

Materiale refractare petru turnarea continuă de sleburi

Distribuitorul

Ca intermediar între oala de turnare și cristalizor, distribuitorul preia întreaga cantitate de oțel turnată și trebuie să prezinte siguranță în turnare și rezistență în exploatare.

Avînd în vedere atît rolul distribuitorului de a repartiza oțelul lichid pe fire cît și funcția metalurgică de decantare a incluziunilor nemetalice, s-au dezvoltat diferite forme constructive ale distribuitorului și diverse procedee de căptușire cu materiale refractare.

Pentru realizarea căptușelii de lucru a distribuitoarelor de la turnarea continuă a oțelului de la SIDEX Galați, se utilizează plăci silicioase dar s-a constatat că acestea prezintă unele dezavantaje datorită disocierii dioxidului de siliciu la temperaturi ridicate.

În vederea creșterii secvenței de turnare și a purității oțelurilor se impune înlocuirea plăcilor silicioase cu plăci sau mase bazice. Astfel, în Europa de Vest și în Japonia se constată creșterea ponderii maselor bazice izolatoare în detrimentul plăcilor bazice.

Din analiza avantajelor și dezavantajelor tehnico-economice ale celor două procedee prezentate în tabelul 1, se constată realizarea unei purități mai ridicate a oțelurilor și în cazul utilizării maselor bazice, cu rezerve privind punerea în operă și consumul de energie pentru preîncălzire.

Pe plan mondial ,în scopul asigurării unei bune decantări a incluziunilor nemetalice, se practică utilizarea distribuitoarelor cu pereți despărțitori care separă zona de primire a oțelului de cea de turnare.

Tuburi de protecție a jetului

În cazul turnării continue a oțelului, care a fost desulfurat și degazat, se observă deseori în produsul final incluziuni nemetalice relativ mari a căror compoziție indică formarea acestora în condițiile existenței unui exces de oxigen.

În scopul limitării absorbției oxigenului și a azotului de către oțel în timpul turnării și al reducerii pierderilor de metal, se utilizează diverse procedee de protecție a jetului de oțel împotriva contactului cu oxigenul din atmosferă.

Procedeul cel mai răspîndit, practicat și la „SIDEX" Galați, este protecția jetului de oțel cu tuburi refractare aluminografitice presate izostatic (fig. 5).

Dezavantajul protecției jetului de oțel cu tuburi refractare îl constituie costul relativ mare al acestora și dificultățile în exploatare, în special la amplasarea rigidă a tubului pe oala de turnare.

Ansamblul tub de imersie-dop monobloc

Alimentarea oțelului în cristalizor se poate realiza prin sistemul de închidere cu sertar sau cu tubul de imersie-dop monobloc. Dispozitivele de dozare ale distribuitoarelor trebuie să corespundă următoarelor cerințe :

— alimentarea oțelului în cristalizător printr-un jet compact și stabil ;

— protecția jetului la turnare de oxidarea secundară între distribuitor și cristalizor ;

— separarea jetului de oțel turnat de zgură în baia cristalizorului.

La SIDEX Galați se folosesc dopuri monobloc și tuburi de imersie cu două orificii, din alumină grafitată, presate izostatic. Tuburile

Tabelul 1

Avantajele și dezavantajele tehnice și economice obținute prin folosirea celor două distribuitoare: bazic rece și bazic cald

Table 1

Technical and economic advantages and disadvantages of using the cold and the hot basic tundishes

Distribuitorul bazic rece	Distribuitorul bazic cald	
	cu masă densă	cu masă izolatoare
AVANTAJE		
Nu necesită mașină de torcretat Nu este necesară încălzirea distribuitorului Pierderi mici de căldură în timpul turnării Demolarea distribuitorului se face ușor Nu este necesar capac pe distribuitor Îmbunătățirea condițiilor de lucru (eliminarea zgomotului și a căldurii) Ciclu de utilizare mai scurt, economisindu-se astfel spațiu și număr de distribuitoare	Cheltuieli de reparație scăzute Puritate ridicată a oțelului Spațiu redus de depozitare a materialelor Nu se eliberează gaze toxice Uscarea la cca 250°C se face prin căldura înmagazinată în zidăria distribuitorului	
DEZAVANTAJE		
Număr mare de formate și dimensiunile mari ale acestuia Pierderi mari de căldură la începutul turnării Posibilitatea creșterii conținutului de hidrogen în oțel în cazul utilizării plăcilor cu liant organic și al creșterii conținutului de silicați în oțel	Este necesară preîncălzirea la cca 1000°C Este necesar un capac la distribuitor Dificultăți la îndepărtarea ușilor	Necesită mașină de torcretat Este necesar un capac la distribuitor Dificultăți la îndepărtarea ușilor Pericol scăzut de creștere a conținutului de hidrogen în oțel

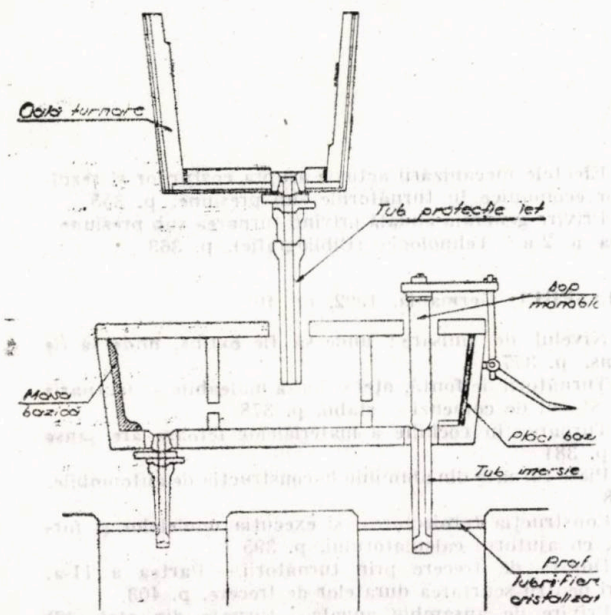


Fig. 5. Materiale refractare pentru turnarea continuă a oțelului

Fig. 5. Refractories for continuous casting of steel

de imersie se preîncălzesc la temperatura de 800—1000°C și sînt utilizate la turnări secvențiale de două-cinci șarje. Pentru turnarea oțelurilor cu conținut ridicat de Mn se folosesc tuburi de imersie cu manșoane de ZrO_2 în zona zgurii.

Utilizarea acestor tuburi de imersie duce cel puțin la dublarea duratei medii de turnare și, deci, a duratei distribuitorului.

Unele uzine au realizat chiar o creștere de șapte ori a duratei de turnare, ajungînd pînă la 18 ore de funcționare pentru un distribuitor.

La aceste durabilități ale tuburilor de imersie, la fel de important este și controlul debitului pe toată durata turnării, mai ales la turnarea oțelurilor agresive.

Pentru rezolvarea acestor probleme, s-au pus la punct dopuri monobloc cu vîrful din material refractar cu ZrO_2.

În vederea eliminării depunerilor de alumină în partea superioară a orificiului tuburilor de imersie utilizate la turnarea oțelurilor calmate cu aluminiu, se practică utilizarea argonului prin pereții tuburilor de imersie, ceea ce duce

atît la reducerea efectului de blocare a turnării din cauza aluminei depuse, cît şi la o mai bună decantare a incluziunilor în cristalizor.

Prafuri de lubrifiere pentru cristalizor

În cazul turnării continue, prafurile de turnare au un rol complex, ele asigurînd lubrifierea cristalizorului, absorbţia incluziunilor aluminoase şi nemetalice de la suprafaţa oţelului, precum şi protejarea de oxidare a suprafeţei oţelului şi izolarea termică.

Pentru a îndeplini aceste funcţii, praful de turnare trebuie să prezinte anumite proprietăţi din punct de vedere al fuzibilităţii, al viscozităţii, al tensiunii superficiale şi interfaciale şi al capacităţii de absorbţie a incluziunilor, proprietăţi care depind de compoziţia oxidică şi mineralogică, de granulometria şi de umiditatea prafului.

Intervalul optim de topire a prafurilor de turnare continuă este la temperatura de 1100—1300°C ; acestea fac parte din domeniul zgurilor metalurgice, adică din sistemul SiO_2—CaO—Al_2O_3, cea mai indicată zgură pentru turnarea continuă fiind zgura neutră, cu valori pentru raportul CaO/SiO de 0,8—1,1.

O dată cu creşterea bazicităţii zgurii, viteza de asimilare a incluziunilor nemetalice creşte. Un praf bun de turnare duce la formarea rapidă a zgurii, realizîndu-se pe oglinda metalului o peliculă fluidă şi mobilă termoizolatoare, acoperită cu un strat de praf (pulbere) cu grosimea de 1,5—2,5 mm. O astfel de zgură asigură uniformitatea deplasării frontului de solidificare, micşorarea tensiunilor remanente în crustă şi prevenirea fisurilor pe suprafaţa sleburilor turnate continuu.

Calitatea sleburilor turnate continuu depinde foarte mult de alegerea corectă a prafurilor de turnare, alegere care trebuie făcută în funcţie de viteza de turnare, de temperatură şi de mărcile de oţel turnat.

La începutul turnării, pentru reducerea căderilor de temperatură şi a defectelor de suprafaţă (sufluri, imprimări de zgură) se folosesc pulberi-start care duc la eliminarea perforărilor de fir şi la îmbunătăţirea aspectului slebului turnat continuu.

La SIDEX Galaţi, la turnarea continuă a oţelului, se folosesc prafuri de lubrifiere de tip Accutherm, într-o gamă sortimentală care necesită diversificarea ei în funcţie de viteza de turnare şi de calitatea oţelului turnat.

Concluzii

Deoarece, începînd din anul 1993, toate produsele siderurgice oferite la export se vor fabrica după standardele Euronorm, aceasta impune ca produsele plate să fie la nivelul parametrilor calitativi echivalenţi cu cei realizaţi în ţările dezvoltate din Comunitatea Europeană.

Creşterea calităţii produselor siderurgice se poate realiza atît prin modernizarea şi retehnologizarea fluxurilor de fabricaţie, cît şi prin asigurarea unor produse refractare de înaltă calitate care vin în contact cu oţelul lichid.

Societăţile comerciale de produse refractare din România trebuie să se alinieze la performanţele calitative ale produselor care se realizează pe plan mondial.

revista revistelor

GIESSEREI, Germania, 1992, nr. 8

— Turnătoriile de fontă, oţel şi fontă maleabilă în ianuarie 1992 — Un început delicat, p. 315—317

— Cercetarea numerică a tensiunilor termice din piesele turnate, p. 318

— Timpii de trecere din turnătorii. Prima parte : Scopul cercetării şi situaţia găsită, p. 325

— Aplicarea economică a utilajelor oscilante în turnătorii. Partea a 2-a : Utilizarea în atelierele de topire, preparare a nisipului şi finisare, p. 329

GIESSEREI, Germania, 1992, nr. 9

— Stagnare la nivel înalt — Despre situaţia turnătoriilor sub presiune, p. 341

— Congresul german pentru turnarea sub presiune, Leonberg — 1992, p. 342

— Funcţionarea şi utilitatea tehnică a unei unităţi de turnare sub presiune (injectare), reglată prin curent secundar în timp real, p. 347

— Efectele mecanizării actuale asupra costurilor şi rezultatelor economice în turnătoriile sub presiune, p. 355

— Privire generală anuală privind turnarea sub presiune. Partea a 2-a : Tehnologia (Bibliografie), p. 363

GIESSEREI, Germania, 1992, nr. 10

— Nivelul de finisare : unde să fie extins, unde să fie restrins, p. 377

— Turnătorii de fontă, oţel şi fontă maleabilă — februarie 1992. Stocul de comenzi — stabil, p. 378

— Turnarea în cochilie a materialelor feroase are şanse noi? p. 381

— Piese turnate din aluminiu în construcţia de automobile, p. 388

— Construcţia (proiectarea) şi execuţia modelelor şi formelor, cu ajutorul calculatorului, p. 395

— Durata de trecere prin turnătorii — Partea a II-a. Măsuri pentru scurtarea duratelor de trecere, p. 403

— Privire de ansamblu anuală — turnate din oţel (28) (Bibliografie), p. 411

— Marele congres tehnic al turnătorilor — Düsseldorf, mai 1992, p. 415.

ÎNDEPĂRTAREA DEPUNERILOR DIN ȚEVILE RĂCITOARELOR DE GAZ DE COCS ÎN SECȚIILE CHIMICE ALE UZINEI COCSOCHIMICE SIDEX S.A. – GALAȚI

Ing. I. Mirceseu și ing. Magda Eniu
ICPPAM S.A. — Galați

CZ: 66.078

INTRODUCERE

Lucrarea cuprinde o soluție eficientă și ieftină pentru îndepărtarea depunerilor din țevile răcitoarelor de gaz de cocs din secțiile chimice ale U.C.C. — SIDEX S.A. Galați.

Răcitoarele de gaz de cocs utilizează pentru răcirea acestuia apa de recirculare, iar în anotimpul cald, apa suprarăcită. Cu timpul, spațiul prin care circulă apa se umple cu depuneri datorate suspensiilor și sărurilor din apă. Pe măsura măririi stratului de depuneri, crește rezistența la trecerea apei și se micșorează consumul, ceea ce determină perturbarea schimbului termic și amplificarea coroziunii.

În unele uzine cocsochimice (C.S.I.) s-au stabilit posibilitățile micșorării depunerilor din țevi prin aplicarea ultrasunetelor și a cîmpului magnetic, metode cu efect pozitiv numai pentru scurt timp.

În alte uzine cocsochimice, s-a încercat introducerea în apa de răcire a tripolifosfatului de sodiu și combinațiilor aminometilfosfonice cu rol de inhibare a acumulării depunerilor și a coroziunii, precum și a acidului oxietilendifosfonic.

Ca metode de îndepărtare a depunerilor se recomandă curățirea mecanică și spălarea chimică.

Curățirea mecanică a răcitoarelor cu amplasare orizontală a țevilor este o operație cu un volum foarte mare de lucru din cauza înălțimii mari a aparatului și accesibilității grele la capace pentru demontare.

Spălarea cu acizi minerali are eficiență ridicată, dar aceștia sînt foarte corosivi. Din acest motiv, se propune utilizarea ca inhibitori de coroziune a urotropinei și a combinațiilor organice care se găsesc în apa amoniacală brută produsă în urma procesului de cocsificare (fenoli, tiofenoli, baze piridinice).

COMPOZIȚIA PROBELOR DE DEPUNERI

În vederea stabilirii compoziției depunerilor s-au efectuat următoarele operațiuni :

— s-au tăiat bucăți de țeavă cu lungimea de aproximativ 100 mm fiecare ;

— s-au colectat depuneri neaderente, de culoare alb-gălbuie, cu aspect neomogen, sfărîmicioase ;

— s-au desprins apoi depuneri aderente pe țeavă, de culoare alb roșcată, sub formă de foițe către peretele țevii și neuniforme spre interiorul acesteia.

S-a observat că depunerile în țevi sînt neomogene pe lungimea acestora.

S-au executat diferite analize chimice.

Pierderile la calcinare au avut ca scop determinarea cantității de substanță care se pierde prin încălzirea probelor în diferite intervale de temperatură.

Rezultatele sînt redate în tabelul 1.

Pierderile la calcinare, % *Tabelul* 1

Baking losses, in % *Table* 1

Nr. probei	Depunerea	30—400 °C	400—800 °C	800—1000°C	30—1000°C
1	răcitor primar	4,73	1,21	8,25	14,19
2	răcitor final (aderențe)	2,04	0,12	10,47	12,63
3	răcitor final (neaderențe)	5,06	9,71	5,38	20,15

Carbonul total a fost determinat după STAS 1457/82 prin combustia probei și prin absorbția bioxidului de carbon într-o soluție de hidroxid de potasiu (tab. 2).

Conținutul de sulfați, exprimați sub formă de ioni sulfat SO_4^{2-}, s-a stabilit conform STAS 9163/13—73 (tab. 2).

Valorile carbonaților, ale carbonului și sulfaților *Tabelul 2*
The fractions of carbonates, carbon and sulphates *Table 2*

Nr. probei	Depunerea	C total, %	SO_4^{2+}, %	$MgCO_3$, %	$CaCO_3$, %
1	răcitor primar	5,76	8,133	—	21,06
2	răcitor final (aderențe)	2,16	4,405		3,78
3	răcitor final (neaderențe)	14,64	11,943		80,50

Analiza rapidă a depunerilor *Tabelul 3*
Quick analysis of the deposits *Table 3*

Nr. probei	Depunerea	Fe total, %	SiO_2, %	CaO, %	MgO, %	MnO, %	Al_2O_3, %
1	răcitor primar	35,0	9,23	12,04	—	0,32	—
2	răcitor final (aderențe)	43,0	4,25	2,11	—	—	—
3	răcitor final (neaderențe)	9,37	13,75	44,97	1,86	—	3,33

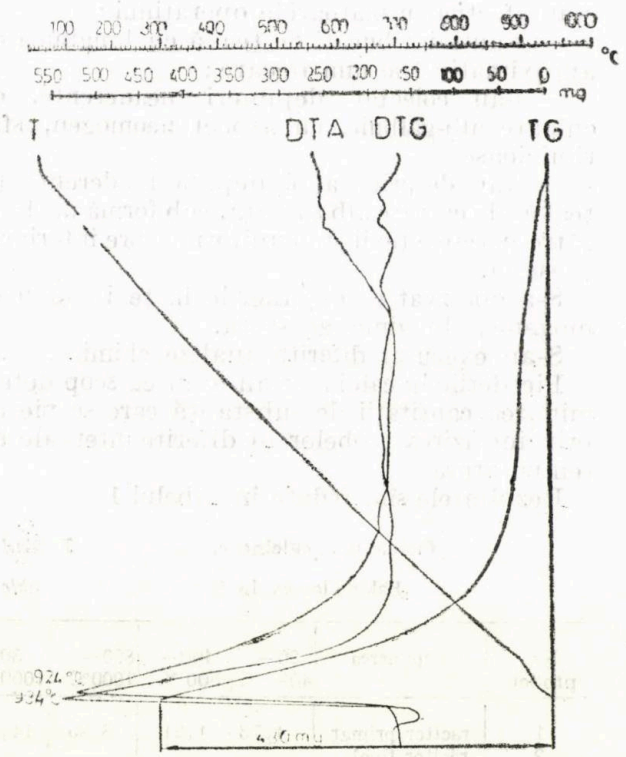


Fig. 1. Derivatograma unei probe de depunere albă din țevile aparatelor prin care circulă apa de răcire; viteza de încălzire: 10°C/min; greutate inițială: 1090 mg; temperatură: 1000°C

Fig. 1. Derivative diagram of a white deposit sample from the tubes of the water cooled equipments; heating rate: 10°C/min; initial weight: 1090 mg; final temperature 1000°C

Conținutul de carbonați a fost evaluat ținînd seamă de valorile CaO și MgO determinate (tab. 2).

Analiza rapidă a depunerilor constă în determinarea spectrofotometrică a componenților (tab. 3).

Ținînd seamă de compoziția depunerilor, se poate trage concluzia că depunerile din conductele răcitoarelor de gaz de cocs se datoresc sărurilor și suspensiilor din apa de recirculare, prafului și altor compuși din aer, dizolvați în timpul răcirii apei în turnurile de răcire.

Pierderile în greutate în intervalul 30—400°C indică existența nămolului, iar cele din intervalul 400—1000°C se datoresc descompunerii carbonaților de calciu și magneziu pînă la oxizii corespunzători.

Derivatograma unei probe neaderente (fig. 1) indică o scădere lentă și continuă în greutate pînă la un maxim de temperatură aflat la 934°C, cînd are loc scăderea bruscă în greutate de 44%, datorată descopunerii carbonatului de calciu.

STABILIREA METODELOR DE ÎNDEPĂRTARE A DEPUNERILOR

La stabilirea metodelor de îndepărtare a depunerilor s-a ținut seamă de solubilitatea acestora în diferite soluții apoase și de efectul corosiv al acestor soluții asupra țevilor schimbătorului de căldură.

S-au făcut încercări de solubilitate a depunerilor în soluții apoase de acid clorhidric în proporție de 5 și 10% cu 1% urotropină ca inhibitor de coroziune, la temperatura ambiantă, la 70—80°C și la 80—100°C. Cele mai mari valori ale solubilității s-au obținut la concentrația de 10% și 80—100°C (82,65%; 87,77%; 73,40%).

În acest caz, acidul clorhidric descompune carbonații de calciu și magneziu, reacționînd concomitent și cu oxizii fierului. În general,

compușii fierului la valența superioară (Fe^{3+}) sînt solubilizați de acizi puternici și temperatură ridicată.

S-a încercat solubilizarea depunerilor cu soluții de acid ortofosforic 5, 10, 20% la 30 și 60—70°C în apă amoniacală brută, cu rol de inhibitor. S-au obținut cele mai mari valori la temperatura ambiantă, cu menținere timp de șase ore. Sărurile de amoniu din apa amoniacală contribuie la dizolvarea unor săruri de calciu și, mai ales, de magneziu :

$$2NH_4Cl + CaCO_3 = 2NH_3 + H_2O + CO_2 + + CaCl_2$$

$$2NH_4Cl + MgCO_3 = 2NH_3 + H_2O + CO_2 + + MgCl_2$$

La experimentări a fost utilizată apă amoniacală brută cu pH = 9—10.

Din cele prezentate, se constată solubilitatea depunerilor cu conținut mare de carbonați în soluții de acid fosforic 5 și 10% la temperatura ambiantă, ceea ce se explică prin formarea monofosfaților de calciu și magneziu, cu solubilitate maximă la această temperatură. La temperatură ridicată, fosfații superiori de calciu și magneziu precipită din soluție, devenind insolubili.

S-au făcut experimente de solubilizare a depunerilor în mediu bazic, folosind în acest scop apa amoniacală brută, la care s-a adăugat sodă (Na_2CO_3) pînă la concentrația soluției de 1% și pH = 11—11,5. Soda are rolul de a afina depunerile și a îndepărta parțial sulfații și silicații :

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = Na_2SO_4 + CaCO_3$$

$$CaSiO_3 + Na_2CO_3 = Na_2SiO_3 + CaCO_3$$

Cele mai mari valori s-au obținut la menținerea probelor de depuneri la 80—100°C timp de șase-opt ore.

S-au prelevat două eșantioane de țeavă de la răcitorul final, cu lungimea de 50—100 mm, cu depuneri aderente, care s-au imersat într-o soluție de apă amoniacală cu sodă pînă la pH = = 11—11,5, menținîndu-se două ore la 80—100°C și apoi 24 de ore la temperatura ambiantă. S-au constatat afinarea și desprinderea unei părți din depuneri (17,86%).

Un eșantion a fost imersat timp de o oră în soluție de acid clorhidric 1—1,5% în apă amoniacală brută, observîndu-se curățirea completă a depunerilor de carbonați și parțial a celor de oxizi de fier.

Celălalt eșantion a fost menținut 24 de ore la temperatura ambiantă în soluție de acid fosforic 10%. S-a constatat curățirea țevii, rămînînd unele urme de depuneri de carbonați.

CONCLUZII ȘI PROPUNERI

Depunerile din utilajele cu schimb de căldură și traseele aferente sînt formate în principal din carbonați de calciu și magneziu, silicați, compuși cu sulf, oxizi de fier.

În cazul țevilor obturate aproape complet cu depuneri, se recomandă curățirea mecanică prin utilizarea unor perii și freze acționate de un motor prin intermediul unui cablu flexibil.

În vederea îndepărtării depunerilor din țevile răcitoarelor primare și finale, se propun următoarele metode :

A — Spălarea timp de șase-opt ore, cu o soluție de sodă (Na_2CO_3) în apă amoniacală brută pînă la pH = 11—11,5, la 60—70°C.

Încălzirea soluției se asigură prin introducerea aburului în spațiul dintre țevi.

Direcția de mișcare a soluției se va schimba de trei-patru ori pentru îndepărtarea mai bună a depunerilor.

B — Pentru etapa a II-a se propun două variante :

a — Spălarea timp de două ore cu o soluție de HCl 1—1,5% în apă amoniacală brută, inhibată suplimentar cu 1% urotropină.

Spălarea cu HCl are următoarele avantaje :

— dizolvarea depunerilor de carbonați ;

— dizolvarea parțială a depunerilor de oxizi de fier (aici există și unele neajunsuri) ;

— activitate corosivă mare, chiar a soluțiilor inhibate ;

— intensificarea coroziunii metalului, determinată de formarea $FeCl_3$ în soluția de spălare ;

— activarea metalului la coroziune atmosferică și la alte tipuri de coroziune ;

a —acțiune slabă asupra depunerilor de silicați și sulfați ;

— degajări de vapori agresivi de HCl ;

b — la spălarea cu soluție de acid fosforic 10% la temperatura de 20—30°C există avantajul că lipsește coroziunea secundară, iar H_3PO_4 uzat se poate reutiliza în instalația de epurare biochimică, dar prezintă dezavantajul că necesită o cantitate mai mare de acid ;

C — După spălarea cu soluție de acizi și îndepărtarea lor, în răcitor se introduce apă amoniacală brută timp de două-trei ore pentru neutralizarea urmelor de acid.

EFICIENȚA ECONOMICĂ

Înlăturarea depunerilor din țevile răcitoarelor de gaz de cocs determină o răcire mai bună a acestuia, ceea ce favorizează condensarea gudronului și a naftalinei, prevenind obturarea conductelor.

Prin scăderea temperaturii gazului de cocs cu 1°C, datorată îndepărtării depunerilor, se captează suplimentar 0,63 g/Nm³ benzen, ceea ce, la debitul de gaz proiectat pentru cele două linii din secția chimică nr. 2 (120000 m³/h) într-un an (8760 ore) reprezintă :

$$0{,}60 \cdot 120000 \cdot 8760 = 630{,}7 \text{ t/an}$$

La scăderea temperaturii gazului cu 1°C, se captează suplimentar 0,0073 g/Nm³ amoniac, ceea ce reprezintă într-un an :

$$0{,}00073 \cdot 120000 \cdot 8760 = 7{,}674 \text{ t/an}$$

revista revistelor

STEEL TECHNOLOGY INTERNATIONAL, Anglia, 1992

Factori economici și schimbări tehnologice

— Factorii economici care influențează modificările tehnologice, p. 15
— Contribuția Japoniei la dezvoltarea tehnologiei utilizate în industria siderurgică, p. 19

Elaborarea fontei

— Funcționarea furnalelor cu conținut scăzut de siliciu cu insuflare de fondant, p. 27
— Insuflarea cărbunelui în furnal cu aer îmbogățit în oxigen, p. 31
— O nouă tehnologie de control al procesului de elaborare a fontei, p. 37
— Măsurarea profilului încărcăturii din furnal prin radar (radio detection and ranging), p. 41
— Refractare nefasonate pentru furnal, p. 47
— Elaborarea continuă a oțelului prin procedeul Arex (tehnologia reducerii prin autoreformare), p. 55
— Carbura de fier — o nouă materie primă pentru elaborarea oțelului, p. 60
— Proiectarea și manipularea oalelor de zgură, p. 65

Elaborarea oțelului și tratamentul secundar

— Efectele agitării prin fundul convertizorului LD-CB asupra procesului cu sublance, p. 71
— Aplicarea tehnologiei EFK (încărcătură mai mare de materiale solide în convertizor) cu insuflare combinată, p.75
— Deșeurile de calitate sînt în prezent o realitate, p. 79
— Elaborarea electrică a oțelului folosind materialele prereduse, p. 85
— Manipulator de lance pentru insuflarea oxicărbunelui în elaborarea oțelului, p. 91
— Îmbunătățiri ale procesului de elaborare a oțelului cu conținut foarte scăzut de carbon, p. 95
— Producerea de oțeluri pure cu conținut scăzut de sulf, p. 99
— Tratamente de defosforare adîncă pentru oțel, p. 105
— Intensificarea afinării și alierii în oală prin încălzire cu plasmă, p. 111

Turnarea

— Feroaliaje microexoterme pentru metalurgia distribuitorului, p. 121
— Minimizarea infundării ajutajelor distribuitorului, p.127
— Ajutaje imersate pentru turnarea sleburilor subțiri, p.137
— Studiu experimental privind funcționarea mașinii de turnare a sleburilor, p. 141
— O tehnologie avansată de control pentru turnarea cu viteză mare, p. 147
— Turnarea continuă cu viteză mare a blumurilor și țaglelor, p. 155
— Tehnologia de detectare cu laser pentru îmbunătățirea controlului de proces, p. 171

Deformare și finisare

— Controlul computerizat în flux la cuptoarele de încălzire, p. 167
— Produse refractare pentru cuptoarele de reîncălzire, p. 173
— Controlul automat al stocului în depozitul de sleburi, p. 178
— Sistem de reglare autoadaptivă pentru automatizarea laminorului de benzi la cald, p. 184
— Sistem de control difuz neural pentru laminoare, p. 189
— Măsurarea profilului benzilor la cald, p. 199
— Controlul termomecanic al procesului de fabricație a tablei groase p. 203
— Răcirea accelerată în timpul fabricării tablei, p. 211
— Conceperea oțelului pentru prelucrarea controlată relaxată, p. 219
— Galvanizarea benzii prin inducție, 227
— Acoperirea în vid a benzii din oțel, p. 281
— Necesități și implicații ale controlului apelor reziduale, p. 241
— Tendință spre o analiză corectă și reală, p. 249
— Spectrometria de emisie optică automată în controlul de proces, p. 253
— Manipulatori automați pentru aplicații în industria oțelului, p. 259
— Un sistem de control al producției pentru industria oțelului, p. 263

METODA DE CALCUL AL PARAMETRILOR REGIMULUI DE SUFLARE A OXIGENULUI ÎN CONVERTIZORUL LD

Conf. dr. ing. Vasilica Dina
Institutul Politehnic București

CZ : 669. 184. 244. 86

Lucrarea de față reprezintă rezultatul continuării cercetărilor desfășurate de autoare, referitoare la parametrii regimului de suflare a oxigenului în convertizorul LD. Studiile și cercetările întreprinse au scopul de a găsi valorile optime ale acestor parametri (intensitate de suflare; numărul de ajutaje; înălțimea de suflare), aceasta corespunzînd unei dinamici a băii metalice care determină mărirea vitezei de elaborare, de a reduce pierderile de metal prin împroșcări, pierderile de oxigen dar și de a face să crească substanțial durabilitatea căptușelii convertizorului.

Într-o comunicare anterioară [1] autoarea a prezentat unele rezultate ale cercetărilor realizate pe model „rece" care i-au permis să avanseze concluzia că principalul factor de care depinde dinamica proceselor din convertizor îl constituie cantitatea de mișcare adusă de jetul de oxigen la suprafața băii metalice (M_{j-B}). S-a arătat că există o valoare optimă a acesteia, pentru care se obțin rezultatele cele mai bune privind dimensiunile cavităților formate de jet în baie (d_c, h_c), un grad de agitare a băii ($1/\tau_a$) în condiții de pierderi minime de metal (Q) și oxigen (prin împroșcări).

Valoarea optimă a cantității de mișcare va defini parametrii optimi ai regimului de suflare amintiți.

Cantitatea de mișcare M_{j-B} este preluată de volumul de metal dizlocat și transferată băii, cu un anumit randament τ_B, devenind cantitatea de mișcare a acesteia M_B.

Se poate scrie :

$$M_{j-B} = I'_{O_2} \cdot W_{jc} \cdot \rho_{O_2};$$

$$M_B = k_1 \cdot n \cdot \frac{\pi \cdot d_c^2}{4} \cdot h_C \cdot W_B \cdot \rho_B \qquad (1)$$

$$M_B = \tau_B \cdot M_{j-B}$$

unde :

I'_{O_2} — este intensitatea de suflare la nivelul cavității, Nm^3/min ;

W_{jc} — viteza în axa jetului la nivelul cavității, m/s ;

ρ_{O_2} — densitatea oxigenului, kg/Nm^3 ;

k_1 — coeficientul care ține seamă de geometria fundului cavităților (abaterea de la cilindru) ;

n — numărul de subjeturi (ajutaje) ;

W_B — viteza medie de mișcare a băii metalice, m/s ;

ρ_B — densitatea băii metalice, kg/m^3.

În relația (1), expresia : $\left(n \cdot \frac{\pi \cdot d_c^2}{4}\right)$ se poate înlocui cu : $\left(k_2 \cdot \frac{\pi \cdot D_C^2}{4}\right)$, D_c fiind diametrul cercului circumscris cercurilor cavităților la suprafața băii ; k_2 — coeficientul subunitar care ține seamă de zonele cuprinse între cercurile cavităților (neatacate direct de jet), în interiorul cercului cu diametrul D_c.

În urma cercetărilor anterioare a rezultat faptul că cele mai bune rezultate cu privire la parametrii studiați se obțin atunci cînd $D_c = (0{,}83 \div 0{,}87) \cdot D_B$ și $h_c = (0{,}78 \div 0{,}82) \cdot H_B$ (D_B H_B sînt diametrul, respectiv înălțimea băii metalice liniștite), prin urmare cantitatea de mișcare optimă $M_{B\,opt}$ corespunde acestei situații.

Rezultă, deci, că :

$$M_{B\,opt} = 45 \cdot 10^{-2} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot D_B^2 \cdot H_B \cdot \rho_B \cdot W_B \qquad (2)$$

Pentru o tonă de oțel ($M_{B\,opt\,(sp)}$) este :

$$M_{B\,opt\,(sp)} = \frac{M_{B\,opt}}{C} \qquad (3)$$

și :

$$C = k \cdot \frac{\pi \cdot D_B^2}{4} \cdot H_B \cdot \rho_B \qquad (4)$$

Analizîndu-se relaţiile : (2)—(4) se constată că $M_{B\,opt}$ = const., indiferent de capacitatea convertizorului, cu condiţia ca D_c şi h_c să se menţină în limitele arătate anterior. Acest lucru va fi posibil prin alegerea corectă a înălţimii de suflare h_s şi a gradului de divizare a jetului n.

Cantitatea de mişcare optimă, corespunzătoare unei anumite capacităţi a convertizorului (metal lichid), va defini deci atît intensitatea optimă de suflare ($I_{O_2\,opt}$) în (Nm^3/min) sau intensitatea optimă specifică ($I_{O_2\,opt\,(sp)}$) în (Nm^3/min · t), cît şi numărul optim de ajutaje (n_{opt}) (considerîndu-se geometria şi dimensiunile acestora cunoscute) şi înălţimea optimă de suflare ($h_{s\,opt}$).

Pe baza relaţiilor (1) şi (2), în care se înlocuieşte (W_{jc}) cu :

$$W_{jc} = \left(2 \cdot g \cdot h_c \cdot \frac{\rho_B}{\rho_{O_2}}\right) \cdot 60, \text{ m/min} \qquad (5)$$

$$h_c = 0{,}8 \cdot H_B$$

se obţine mai întîi intensitatea optimă de suflare la nivelul cavităţilor :

$$I'_{O_2\,opt} = 11 \cdot 10^{-2} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{D_B^2 \cdot H_B^{0,5}}{\eta_B} \cdot \left(\frac{\rho_B}{\rho_{O_2}}\right)^{0,5} \cdot W_B \qquad (6)$$

iar la nivelul lăncii (ieşirea din ajutaje) :

$$I_{O_2\,opt} = 11 \cdot 10^{-2} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{D_B^2 \cdot H_B^{0,5}}{\eta_B \eta_{j-B}} \cdot W_B \cdot \left(\frac{\rho_B}{\rho_{O_2}}\right)^{0,5}, \quad Nm^3/min \qquad (7)$$

unde : η_{j-B} este randamentul de transfer al oxigenului din jet în baia metalică.

Relaţia (7) poate fi simplificată dacă se consideră că viteza medie care se poate imprima băii de către jet este W_B = 3,7 m/min [1] şi, dacă se apreciază că η_B = 0,90, se obţine :

$$I_{O_2\,opt} = 44{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{D_B^2 \cdot H_B^{0,5}}{\eta_{j-B}} \cdot \left(\frac{\rho_B}{\rho_{O_2}}\right)^{0,5}, \quad Nm^3/min \qquad (8)$$

În conformitate cu datele din publicaţiile de specialitate, intensitatea optimă de suflare va trebui să definească numărul optim de ajutaje η_{opt} pentru un tip de ajutaj dat. Astfel, cea mai potrivită relaţie (3), care ţine seamă şi de nivelul de debordare h_0, va fi :

$$n = k_3 [I_{O_2\,(sp)}]^{1,17} \cdot H_B \qquad (9)$$

Din experimentări pe model „rece" s-a constatat că valoarea coeficientului k_3 este determinată de diametrul băii D_B astfel : $k_3 = 0{,}1 \cdot D_B$.

Se poate scrie :

$$n_{opt} = 0{,}1 \cdot D_B \cdot H_B^2 \left(\frac{I_{O_2\,opt}}{C}\right)^{1,17}$$

sau înlocuindu-se C din relaţia (4) şi operîndu-se simplificările se va obţine :

$$\eta_{jopt} = 51{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot D_B \cdot H_B^{1,41} \cdot \left(\frac{k_1 \cdot k_2}{\eta_{j-B}}\right)^{1,17} \cdot (\rho_B \rho_{O_2})^{-0,8} \qquad (10)$$

Înălţimea optimă de suflare va rezulta pornindu-se de la consideraţiile teoretice şi de la figura 1, din relaţia :

$$h'_s = h'_s + h_c = \frac{W_{ja}}{W_{jc}} \cdot \frac{de}{k} \qquad (11)$$

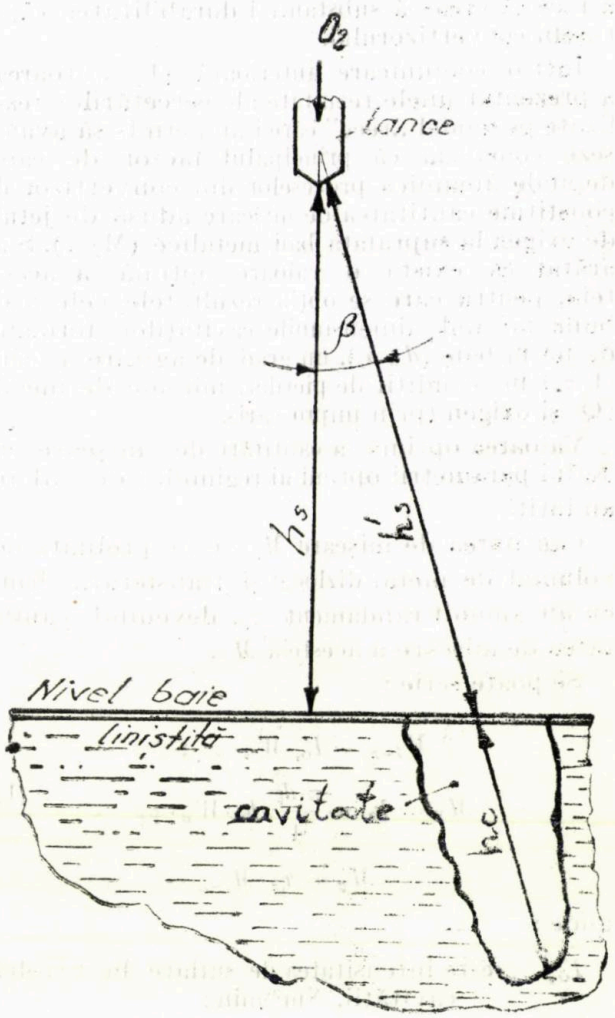


Fig. 1. Schiţă ajutătoare pentru calculul înălţimii de suflare
Fig. 1. Help diagram for blast height calculation

unde : h_j este lungimea jetului de oxigen (între ajutaj și fundul cavității), m ;

d_e — diametrul ajutajului la ieșire, m ;

k — 0,05 — ($M_a > 1,8$ — din literatura de specialitate) ;

W_{ja} — viteza jetului la ieșirea din ajutaj, m/s :

$$W_{ja} = \frac{4 \cdot I_{O_2}}{n \cdot \pi \cdot d_e^2}, \text{ m/min} \qquad (12)$$

Prin înlocuiri în relația (11), conform relațiilor (5) și (12) și menținîndu-se prescripțiile pentru D_e și h_e (situație optimă), se obține :

$$h_{s\,opt} = \left(278 \cdot 10^{-5} \cdot k_1 \cdot k_2 \frac{I_{O_2\,opt}}{n_{opt} \cdot d_e \cdot H_B^{0,5}} - 0,8 \cdot H_B\right) \cdot \cos \beta, \text{ m} \qquad (13)$$

Relația se mai poate simplifica înlocuindu-se $I_{O_2\,opt}$ și n_{opt} prin relațiile lor, rezultînd și de aici faptul că dimensiunile băii metalice sînt cele care determină valorile parametrilor de suflare a oxigenului.

Verificarea veridicității relațiilor s-a făcut mai întîi pe model „rece" și s-au obținut, într-adevăr, valorile cele mai bune pentru d_e și h_e, intensitatea agitării ($1/\tau_a$) și pierderi prin împroșcări (Q).

Adoptîndu-se valori pentru k_1 și k_2 de ordinul : $k_1 = 0,7 - 0,75$; $k_2 = 0,75 - 0,8$, rezultă pachetul de relații de mai jos care, prelucrat pentru date reale (dimensiuni date ale băilor de oțel și ale ajutajelor), permite determinarea rapidă a parametrilor regimului de suflare :

$$\begin{cases} I_{O_2\,opt} = 25 \cdot 10^{-2} \dfrac{D_B^2 \cdot H_B^{0,5}}{\gamma_{lj-B}} \cdot \left(\dfrac{\rho_B}{\rho_{O_2}}\right)^{0,5}, \text{ Nm}^3/\text{min} \\ n_{opt} = 95 \cdot 10^{-8} \left(\dfrac{I_{O_2\,opt}}{C}\right)^{1,17} \cdot H_B^2 \cdot D_B \\ k_{s\,opt} = (156 \cdot 10^{-5} \left(\dfrac{I_{O_2\,opt}}{n_{opt} \cdot d_e \cdot H_B^{0,5}} - 0,8 \cdot H_B\right) \cdot \cos \beta, \text{ m} \end{cases}$$

Concluzii

Există o interdependență clară între dimensiunile băii metalice și parametrii regimului de suflare în ceea ce privește intensitatea schimbului de masă și căldură (sub aspect dinamic) în baia convertizorului.

Se reamintește că acest regim, considerat optim, corespunde situației în care se ține seamă de asigurarea tuturor indicatorilor la valorile cele mai convenabile : durata șarjei cît mai redusă în condițiile unor pierderi minime de metal și oxigen, durabilitatea sporită atît a căptușelii cît și a capului de lance.

Acest lucru atrage după sine și un consum energetic secundar redus (producerea, transportul și asigurarea presiunii oxigenului, răcirea lăncii etc.).

Pe plan mondial se înregistrează, de-a lungul timpului, tendința creșterii intensității de suflare (I_{O_2sp}) peste cea optimă (determinată aici), cu scopul creșterii vitezei de elaborare, fără a se evidenția în ce măsură se asigură și ceilalți indicatori (enumerați mai sus) la valori convenabile.

O altă tendință este aceea a creșterii ponderii de fier vechi în încărcătură, ceea ce, sigur, va influența dinamica băii metalice.

În consecință, apare necesitatea continuării cercetărilor în vederea evidențierii consecințelor rezultate în urma practicilor arătate și a găsirii măsurilor care se impun referitor la toți parametrii suflării.

BIBLIOGRAFIE

[1] Vasilica, Dina *Aspecte privind influența cantității de mișcare a jetului de oxigen asupra dinamicii băii metalice din convertizorul LD.* În : Metalurgia, România, nr. 9, 1992.

]2] Vasilica, Dina *Contribuții la studiul privind mărirea vitezei de elaborare a oțelului în convertizorul LD, în condițiile creșterii gradului de utilizare a energiei consumate.* I. P. București. Teză de doctorat, 1985.

[3] Baptizmanskii, I., B. *Despre viteza de circulație a metalului în convertizor.* În Iz. V.U.Z.—Ciornaia Metallurghiia, U.R.S.S., nr. 12, 1973.

CALCULUL SOLUBILITĂȚII CARBONULUI ÎN ALIAJE FEROASE MULTICOMPONENTE

CZ: 669.15'24 — 194

Dr. ing. L. APA

Pentru carbonul dizolvat într-un aliaj, coeficientul de activitate f_c, în funcție de concentrația celorlalte elemente de aliere, se exprimă conform teoriei lui C. Wagner [1] prin relația:

$$\lg f_c = \sum_{i=1}^{k} e_c^{Y_i}[Y_i] + \sum_{i=1}^{k} e_c^{Y_iY_i}[Y_i]^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq j}}^{k}\sum_{j=1}^{k} e_c^{Y_iY_j}[Y_i][Y_j] + \ldots \quad (1)$$

în care:

$[Y_i]$; $[Y_j]$ reprezintă concentrația elementelor de aliere 1 ... i, respectiv j, exprimate în procente de greutate;

$e_c^{Y_i}$ — parametrii de interacțiune de ordinul unu ai elementelor Y_i asupra carbonului;

$e_c^{Y_iY_i}$; $e_c^{Y_iY_j}$ — parametrii de interacțiune de ordinul doi ai elementelor de aliere Y_i, Y_j asupra carbonului;

k — numărul elementelor de aliere (inclusiv carbon).

Pentru sistemul binar Fe—C, din relația (1) rezultă:

$$\lg f_c = e_c^{C}[Co] + e_c^{CC}[Co]^2 \quad (2)$$

în care Co reprezintă concentrația carbonului în aliajul Fe—C, care la limită exprimă solubilitatea carbonului (grafit) în fier.

Cazul unor aliaje ternare Fe—C—Y, în care Y reprezintă un element de aliere, a fost analizat amănunțit într-un articol precedent [2].

Pentru aliaje feroase de tipul Fe—C—Y_1—Y_2, în care Y_1 și Y_2 reprezintă două elemente de aliere, relația (1) devine:

$$\left.\begin{aligned}\lg f_c = \lg[C] + e_c^{C}[C] + e_c^{Y_1}[Y_1] + e_c^{Y_2}[Y_2] + \\ + e_C^{CC}[C]^2 + e_i^{Y_1Y_1}[Y_1]^2 + e_c^{Y_2Y_2}[Y_2]^2 + \\ + e_C^{CY_1}[C][Y_1] + e_C^{CY_2}[C][Y_2] + e_C^{Y_1Y_2}[Y_1][Y_2]\end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Pentru un aliaj de tipul Fe—C—Y_1—Y_2—Y_3, în care Y_1, Y_2, Y_3 reprezintă elemente de aliere, relația (1) se scrie astfel:

$$\left.\begin{aligned}\lg f_c = \lg[C] + e_c^{C}[C] + e_C^{Y_1}[Y_1] + \\ + e_C^{Y_2}[Y_2] + e_C^{Y_3}[Y_3] + e_C^{CC}[C]^2 + e_C^{Y_1Y_1}[Y_1]^2 + \\ + e_C^{Y_2Y_2}[Y_2]^2 + e_C^{Y_3Y_3}[Y_3]^2 + e_C^{CY_1}[C][Y_1] + \\ + e_C^{CY_2}[C][Y_2] + e_C^{CY_3}[C][Y_3] + \\ + e_C^{Y_1Y_2}[Y_1][Y_2] + e_C^{Y_1Y_3}[Y_1][Y_3] + \\ + e_C^{Y_2Y_3}[Y_2][Y_3]\end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Relațiile (3) și (4) sînt valabile și pentru cazul limită în care conținutul de carbon ajunge la saturație.

Dacă pentru două sisteme (binar și multicomponent) ne referim la aceeași stare standard și la aceeași temparatură, avem $f_{C_0}[Co] = f_C[C]$, egalitate care permite determinarea solubilității carbonului [C]. Ca stare standard se consideră o soluție cu 1%C (grafit) în fier.

Pentru aliaje multicomponente, solubilitatea carbonului se poate obține din relațiile:

— pentru sistemul Fe—C—Y_1—Y_2:

$$\left.\begin{aligned}\lg[C] + e_C^{C}[C] + e_C^{CC}[C]^2 + e_C^{CY_1}[C][Y_1] + \\ + e_C^{CY_2}[C][Y_2] = \lg[Co] + e_C^{C}[Co] + \\ + e_{CC}^{C}[Co]^2 - \{e_C^{Y_1}[Y_1] + e_C^{Y_2}[Y_2] + \\ + e_C^{Y_1Y_1}[Y_1]^2 + e_C^{Y_2X_2}[Y_2]^2 + e_C^{Y_1Y_2}[Y_1][Y_2]\}\end{aligned}\right\} \quad (5)$$

— pentru sistemul Fe—C—Y_1—Y_2—Y_3:

$$\left.\begin{aligned}\lg [C] + e_C^C [C] + e_C^{CC}[C]^2 + e_C^{CY_1}[C][Y_1] + \\ + e_C^{CY_2}[C][Y_2] + e_{C_3}^{CY_3}[C]\,[Y_3] = \lg[Co] + \\ + e_C^C[Co] + e_C^{CC}[Co]^2 - \{e_C^{Y_1}[Y_1] + \\ + e_C^{Y_2}[Y_2] + e_C^{Y_3}[Y_3] + e_C^{Y_1Y_1}[Y_1]^2 + \\ + e_C^{Y_2Y_2}[Y_2]^2 + e_C^{Y_3Y_3}[Y_3]^2 + \\ + e_C^{Y_1Y_2}[Y_1][Y_2] + e_C^{Y_1Y_3}[Y_1][Y_3] + \\ + e_C^{Y_2Y_3}[Y_2]\,[Y_3]\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

În raport cu [C], relaţiile (5) şi (6) reprezintă ecuaţii transcedentale, rezolvabile prin metoda aproximaţiilor succesive.

Aplicarea acestor relaţii presupune cunoaşterea parametrilor de interacţiune. Dacă pentru parametrii de interacţiune de ordinul întîi $e_C^{Y_i}$ se găsesc numeroase date în literatura de specialitate (unele neconcordante), pentru cele de ordinul doi $e_C^{Y_iY_i}$ şi mai ales pentru diversitatea mare a parametrilor combinaţi $e_C^{Y_iY_j}$ există relativ puţine date, acestea variind de la autor la autor, ceea ce îngreuiază mult posibilităţile de aplicare a relaţiilor (5) şi (6).

Pentru alegerea parametrilor de interacţiune cît mai corecţi, s-au efectuat mai multe variante de calcule de solubilitate, cu parametri diferiţi indicaţi de diverşi autori, reţinînd pe acelea care au dus la rezultatele cele mai apropiate de datele experimentale. În tabelul 1 se arată parametrii de interacţiune consideraţi ca cei mai probabili şi care au stat la baza prezentei lucrări.

Atît parametrii de interacţiune, cît şi solubilitatea carbonului în fierul pur [Co] depind de temperatură. Calculele au fost efectuate pentru temperatura de 1600°C, pentru care s-a dispus de cele mai multe date [3], [6]. Pentru această temperatură, solubilitatea carbonului (grafit) în fierul pur [Co] este de 5,4%, iar primii trei termeni ai membrului doi al relaţiilor (5) şi (6) au valoarea lg [5,4] + e_C^C[5,4]+ e_C^{CC}[5,4]^2=2,06.597.

S-au efectuat calcule pentru mai multe grupe de aliaje pe bază de fier (tab. 2).

Astfel:

— Pentru aliajele Fe—C—P—S folosind parametrii prezentaţi în tabelul 1, a rezultat urmă-

Parametrii de interacţiune utilizaţi (1600°C) *Tabelul 1*

Interaction parameters used at 1600 °C *Table 1*

$e_C^C = 0{,}207$	$e_i^{Si} = 0{,}0933$	$e_C^P = 0{,}0754$	$e_C^S = 0{,}088$	$e_C^{Ni} = 0{,}126$
$e_C^{CC} = 0{,}0074$	$e_C^{SiSi} = 0{,}00035$	$e_C^{PP} = 0{,}0026$	$e_C^{SS} = 0{,}021$	$e_C^{NiNi} = 0{,}15 \times 10^{-4}$
$e_C^{CSi} = 0{,}0093$	$e_C^{CP} = 0{,}0165$	$e_C^{CS} = 0{,}093$	$e_C^{CS} = 0{,}00026$	—
$e_C^{SP} = 0{,}038$	$e_C^{PNi} = 0{,}006$	$e_C^{SiP} = 0{,}0001$	$e_C^{SiS} = 0{,}0035$	—

Solubilitatea carbonului calculată comparativ cu datele experimentale (1600°C) *Tabelul 2*

Estimated carbon solubility, compared with experimental data (1600°C) *Table 2*

Aliajul	Compoziţia chimică, %				Solubilitatea carbonului [C], %	
	Si	P	S	Ni	date calculate	date experimentale [4], [5], [6]*)
Fe—C—P—S	—	0,62	0,130	—	4,93	4,92
	—	0,67	0,90	—	3,97	4,40
Fe—C—Si—P	1,3	0,7	—	—	4,62	4,65
	3,8	1,4	—	—	3,57	3,60
Fe—C—P—Ni	—	2,35	—	7,92	4,09	4,10
Fe—C—Si—P—S	2,7	0,65	0,15	—	4,00	4,10
	5,1	0,30	0,12	—	3,42	3,56

*) recalculate pentru temperatura de 1600°C

toarea relaţie pentru obţinerea solubilităţii carbonului :

$$\left.\begin{aligned}&\lg [C] + 0{,}207\,[C] + 0{,}0074\,[C]^2 + \\ &+0{,}0165[C][P]+0{,}093[C][S]=2{,}06.597- \\ &-\{0{,}0754\,[P] + 0{,}088[S]+0{,}0026[P]^2 + \\ &+ 0{,}021\,[S]^2 + 0{,}038\,[P]\,[S]\}\end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Pentru concentraţii nu prea mari ale conţinutului de sulf ([S] < 0,200%), această relaţie dă rezultate apropiate de cele stabilite experimental. Aşa, de exemplu, pentru [P] = 0,62% şi [S] = 0,130% din calcul rezultă [C] = 4,93%, faţă de 4,92% determinat experimental. În cazul unor concentraţii mai mari de sulf ([S] ⩾ 0,9%), din calcul rezultă pentru solubilitatea carbonului valori sensibil mai mici decît cele determinate experimental ($[C]_{calc.}$ = = 3,97% faţă de $[C]_{exp.}$ = 4,40%, tab. 2), ceea ce arată limita de aplicabilitate a relaţiei (7).

În cazul aliajului Fe—C—Si—P, formula de calcul al solubilităţii rezultată din relaţia (5) este :

$$\left.\begin{aligned}&\lg [C] + 0{,}207\,[C] + 0{,}0074\,[C]^2 + \\ &+ 0{,}0093\,[C][Si] + 0{,}0165\,[C]\,[P] = \\ &= 2{,}06.597 - \}0{,}0933[Si] + 0{,}0754[P] + \\ &+ 0{,}00035[Si]^2 + 0{,}0026[P]^2 + \\ &+ 0{,}0001[Si]\,[P]\}\end{aligned}\right\} \quad (8)$$

care dă valori satisfăcătoare pentru o gamă destul de largă de concentraţii (pînă la cca 8% Si şi 2,5%P), după cum a rezultat din investigaţiile efectuate. În tabelul 2 sînt prezentate datele calculate în comparaţie cu cele experimentale pentru două compoziţii caracteristice fontelor fosforoase.

Pentru un aliaj de tipul Fe—C—Ni—P, ecuaţia de calcul rezultată din relaţia (7) este :

$$\left.\begin{aligned}&\lg [C] + 0{,}207\,[C] + 0{,}0074\,[C]^2 + \\ &0{,}0165[C]\,[P] + 0{,}00026\,[C]\,[Ni] = \\ &= 2{,}06\cdot 507 - \{0{,}0754[P] + 0{,}00126\,[Ni] + \\ &+ 0{,}0026\,[P]^2 + 0{,}000015\,[Ni]^2 + \\ &+ 0{,}006\,[P]\,[Ni]\}\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Verificînd relaţia pentru un aliaj feros avînd 7,92% Ni şi 2,35% P, aliaj pentru care s-a dispus de date experimentale [4], a rezultat din calcul 4,095% C, faţă de 4,10% C obţinut experimental.

Pentru aliaje feroase de tipul Fe—C—Si—P—S, prin aplicarea relaţiei (6) s-a obţinut următoarea formulă de calcul :

$$\left.\begin{aligned}&\lg [C] + 0{,}207\,[C] + 0{,}0074\,[C]^2 + \\ &+ 0{,}093\,[C]\,[Si] + 0{,}0165[C]\,[P] + \\ &+ 0{,}093\,[C]\,[S] = 2{,}06\cdot 597 - \\ &- \{0{,}0933\,[Si] + 0{,}0754\,[P] + \\ &+ 0{,}088\,[S] + 0{,}00035\,[Si]^2 + \\ &+ 0{,}0026\,[P]^2 + 0{,}021\,[S]^2 + \\ &+ 0{,}0001\,[Si][P] + 0{,}038[P][S] + \\ &+ 0{,}0035\,[Si][S]\}\end{aligned}\right\} \quad (10)$$

Aplicînd această formulă pentru două compoziţii diferite (tab. 2), concordanţa dintre valorile de solubilitate a carbonului, atît cele calculate cît şi cele stabilite experimental, este satisfăcătoare. Pentru conţinuturi mari de siliciu (peste 8%), valorile calculate sînt însă ceva mai mici decît cele experimentale.

De menţionat este faptul că relaţia (10) poate fi aplicată cu rezultate satisfăcătoare şi pentru aliaje avînd în compoziţie şi mangan în concentraţii nu prea mari (majoritatea fontelor de turnătorie), făcîndu-se abstracţie în calcul de influenţa manganului, deoarece manganul modifică în măsură relativ mică solubilitatea carbonului. Astfel, un conţinut de pînă la 1,5% Mn măreşte solubilitatea carbonului în fier cu mai puţin de 0,04% C [2].

Temperatura de 1600°C, pentru care s-au efectuat calculele, apare relativ ridicată faţă de practica industrială pentru multe din aliajele feroase studiate, majoritatea lor avînd compoziţii asemănătoare fontelor. Pentru temperaturi mai mici (1400—1500°C), fără a refface calculele cu parametrii corespunzători (pentru care în multe cazuri nu există date) se poate face o apreciere destul de bună a solubilităţii, plecînd de la valorile obţinute pentru 1600°C şi luînd în calcul pentru fiecare micşorare a temperaturii cu 100°C o diminuare a solubilităţii cu 0,22—0,24% C.

Concluzii

Rezultă că metoda de calcul prezentată este aplicabilă aliajelor cercetate în domenii de concentraţii destul de largi şi că parametrii de interacţiune adoptaţi pot fi consideraţi corespunzători.

BIBLIOGRAFIE

[1] Wagner, C. *Thermodynamics of Alloys.* Londra, Reading — Max. 1953.

[2] Apa, L. În: Metalurgia, România, nr. 7, 1982, p. 26—31.

[3] Dragomir, I. În: *Teoria proceselor siderurgice.* Ed. Tehnică, 1985.

[4] Sabirzianov, T., G. In: Izv. VUZ. Ciornaia Metall. U.R.S.S., nr. 1, 1989, p. 1—4.

[5] H—HsinToo, Lupis, C. H. In: Metall. Transact., S.U.A., vol. 3, nr. 8, 1972, p. 2125—2131.

[6] Gaav, B., A., Kupriasin, B. A. In: Izv. VUZ Ciornaia Metall., U.R.S.S., nr. 3, 1988, p. 9—13.

MĂRIREA CAPACITĂŢII LINIILOR DE PRELUCRARE A BENZILOR METALICE ŞI A GRADULUI DE SCOATERE DE METAL PRIN UTILIZAREA AGREGATELOR DE SUDAT

Ing. A. Manthner — IPROLAM

CZ : 621. 791 : 621.9. 04.

Utilizarea agregatelor de sudat în liniile pentru prelucrarea benzilor

În cadrul ajustajelor laminoarelor de bandă la rece, banda este supusă unor operaţii mecanice (sablare, tăiere longitudinală sau transversală etc.), termice (recoacere, normalizare etc.), chimice (decapare, curăţire, acoperire etc.), în cadrul unor linii de proces.

Majoritatea proceselor din ajustajele laminoarelor de bandă utilizează îmbinarea cozii ruloului de bandă care se termină, cu capul benzii ruloului care se introduce în linie.

Cauzele care determină necesitatea acestei îmbinări sînt următoarele :

— necesitatea tehnologică a funcţionării continue a zonei de proces ;

— linia are o configuraţie foarte complexă, constituită din diferite utilaje, bazine, cuptoare, care fac imposibilă introducerea prin linie a capului benzii pentru fiecare rulou ;

— pentru mărirea productivităţii unor linii de proces discontinue (de exemplu linii de fişiere), eliminînd timpul de înfilare a benzii în linie ;

— realizarea din rulouri mici a unor rulouri de dimensiuni mari (în cadrul liniilor de pregătire) care să ducă la mărirea productivităţii unor linii de proces sau laminoare, ducînd în acelaşi timp la mărirea gradului de scoatere de metal.

Îmbinarea benzilor se poate realiza fie prin capsare fie prin sudare.

Dezavantajele operaţiei de capsare au determinat utilizarea pe scară largă a agregatelor de sudură în liniile de proces.

Tipuri de agregate de sudat pentru liniile de proces, realizate în România

În cadrul liniilor de proces din ajustajele laminoarelor de bandă se utilizează cîteva tipuri de agregate de sudat, realizate în mai multe variante constructive în funcţie de firma producătoare. Alegerea tipului maşinii de sudat depinde de următorii factori : materialul, grosimea şi lăţimea benzii ; configuraţia şi caracteristicile necesare ale îmbinării ; durata ciclului de lucru al agregatului de sudat (timpul de oprire a liniei de proces), costul echipamentului.

În continuare vom prezenta principalele tipuri de agregate de sudat utilizate în liniile de proces, menţionînd şi în ce linii se pot utiliza.

Agregate de sudat prin suprapunere

Agregate de sudat benzi prin puncte

Aceste agregate realizează operaţii de centrare a celor două capete ale benzilor care se îmbină, suprapunere, fixare şi sudare prin puncte pe un rînd sau două rînduri (fig. 1).

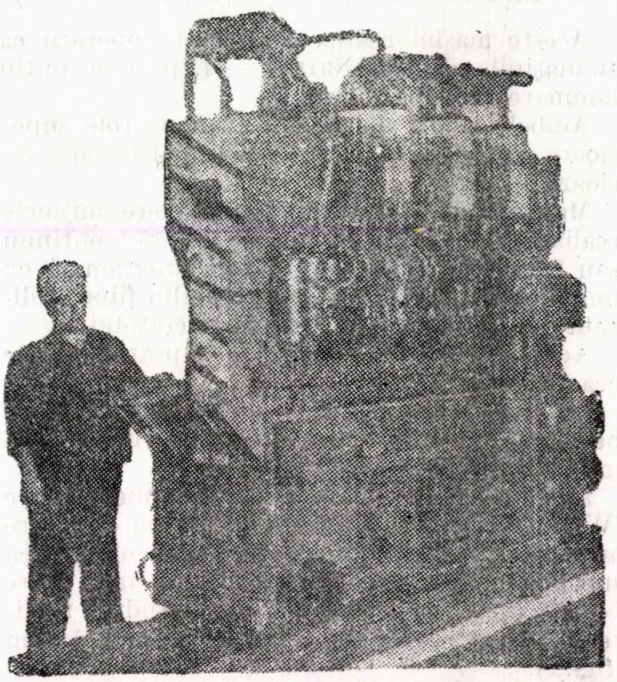


Fig. 1. Agregatul de sudură prin puncte

Fig. 1. Spot welding equipment

Acest procedeu se utilizează în cazurile în care se acceptă o îmbinare cu grosime dublă, o durată mai mare a operației de sudare și o activitate mai laborioasă de întreținere a electrozilor.

Sudura prin puncte este cea mai simplă metodă de sudură prin rezistență, agregatul avînd un preț de cost redus.

În mod curent, agregatele de acest tip, dotate cu sistem de sudare pe un rînd, se folosesc pentru benzi cu grosimea pînă la 2 mm, iar cele pe două rînduri pentru grosimi pînă la 5 mm.

Agregate de sudat cu role. Agregate de sudat cu role cu suprapunere îngustă

Aceste agregate realizează operațiile de centrare a celor două benzi care se îmbină, tăierea capetelor, fixarea și sudarea cu role (care realizează și o laminare a zonei sudate).

Această îmbinare are aceeași rezistență ca și cea a materialului de bază recopt, avînd însă o grosime cu 30—70% mai mare decît cea a benzii.

Zona de suprapunere este de 0,8 ... 4 mm.

Această supraîngroșare produce, în cazul înfășurării benzii în rulouri, o imprimare în spirele vecine și, de aceea, de obicei, zona îmbinării este tăiată și îndepărtată înainte de înfășurarea benzii în rulou. Aceste măsuri se utilizează în general pentru benzi cu grosimi mici (1 mm) în linii de degresare, de zincare, cositorire etc.

Agregate de sudat cu role cu suprapunere mijlocie (Limited overlap) și mare (Wide overlap)

Aceste mașini realizează aceleași operații ca și mașinile de tip Narrow — Lap (mai puțin laminarea zonei sudate).

Ambele tipuri de mașini au două role superioare de sudare și o placă contraelectrod inferioară.

Mașinile de sudat cu suprapunere mijlocie realizează un singur cordon de sudură (continuu sau întrerupt, după cum a fost programat) cu una dintre rolele superioare, cealaltă fiind utilizată numai pentru închiderea circuitului.

Această metodă necesită o suprapunere de cca 16 mm.

Îmbinarea are grosimea dublă față de cea a benzii, fapt pentru care la sfîrșitul liniei zona îmbinării trebuie eliminată.

Agregatele de sudat cu suprapunere mare (Wide Overlap) sînt asemănătoare cu cele care au role cu suprapunere mijlocie, numai că suprapunerea capetelor benzii este mai mare (~ 175 mm), iar cele două role de sudură realizează două cordoane situate la ~ 125 mm (fig. 2).

Deși ambele mașini pot face suduri continue, curentul de sudură poate fi întrerupt la intervale prestabilite pentru a se obține suduri scurte, distanțate, ceea ce duce la o viteză de lucru mai mare (timp scurt de sudură).

De asemenea, cu ajutorul unei aparaturi suplimentare, rolele de sudură pot fi oprite la intervale de timp egale, obținîndu-se astfel o îmbinare prin puncte. Această metodă se poate utiliza și în cazul benzilor mai groase.

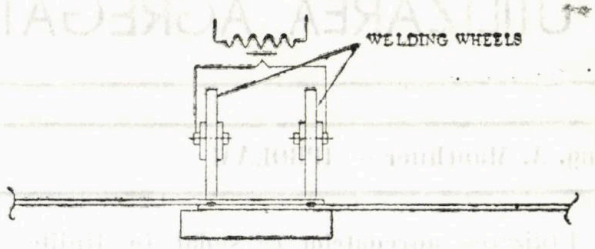


Fig. 2. Schema de lucru a agregatului de sudură cu suprapunere mare — wide overlap

Fig. 2. Wide overlap seam welding equipment operation diagram

Mașinile de sudat cu role cu suprapunere mijlocie și mare sînt robuste, simple și se întrețin ușor, iar cele cu suprapunere mijlocie se utilizează pentru oțelul cu grosimi de la 0,1 la 3,4 mm, precum și pentru diferite aliaje din oțel și aluminiu.

Mașinile de sudat cu suprapunere mare se utilizează pentru benzi din oțel cu grosimi între 0,1 și 1,8 mm.

Pentru grosimi mai mari de 1,8 mm se poate realiza o îmbinare a benzilor prin aducerea acestora cap la cap și sudarea împreună cu o placă (eclisă) de ~ 1,25 mm grosime.

Aceste agregate de sudură se utilizează în liniile de prelucrare a benzilor laminate la rece, acolo unde se permite o grosime dublă față de cea a benzii, și anume în cadrul liniilor de recoacere și acoperire a benzilor din oțel, a liniilor de curățire chimică sau electrochimică a benzilor din oțel etc.

În România s-au realizat agregate de sudat cu role cu suprapunere mare, care au dat rezultate bune în cadrul liniilor de proces.

Agregate de sudat cu role cu suprapunere mică, cu pregătirea capetelor benzilor

Aceste agregate realizează operațiile de centrare a benzilor care se îmbină, realizează bucla în banda la intrarea în mașină, tăierea capetelor, suprapunerea capetelor, pregătirea capetelor și sudarea cu role. (fig. 3).

Aceste agregate sînt cunoscute în general sub denumirea de Prep Lap — patent al firmei Taylor Winfield, S.U.A., Compact Seam Welder — patent al firmei Miebach, R.F.G., sau Wedge Welder al firmei CLESID, Franța.

Cu ajutorul acestor agregate se realizează o îmbinare cu grosime de pînă la max. 110% față

de grosimea benzii, avînd rezistența egală cu cea a metalului de bază recopt.

Aceste agregate se utilizează în cadrul liniilor de fișiere, pregătire a rulourilor de bandă, de degresare, de tratament termic, zona îmbinării putînd fi înfășurată în rulouri, fișiată sau matrițată, fără a avea efect negativ asupra sculelor.

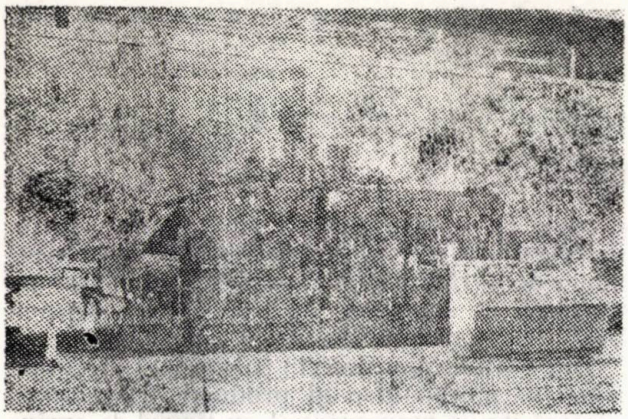


Fig. 3. Agregatul de sudură cap la cap prin rezistență și presiune flash — butt
Fig. 3. Flash butt welding equipment

Această metodă se poate aplica la o serie de materiale: oțel cu conținut de carbon mic și mediu, oțel silicios și feritic, oțel zincat, aluminiu, cositor, plumb etc.

În comparație cu agregatele de sudat cap la cap cu arc electric (care au aceleași utilizări), agregatele de sudat Prep Lap sînt mai scumpe, avînd însă și următoarele avantaje: mașinile sînt mai robuste, avînd o întreținere mai ușoară; constanță a sudurii (pentru același reglaj al mașinii, în timp se obține aceeași calitate de sudură); viteza de sudură foarte ridicată.

Agregate de sudat cap la cap cu arc electric

Sudura cu arc electric este procedeul cel mai răspîndit, avînd un domeniu larg de aplicare, la o gamă mare de grosimi, lățimi și calități de materiale, realizînd uneori caracteristici ale îmbinării superioare celor ale benzii.

Agregatele de sudat cap la cap cu arc electric realizează, în principal, următoarele operații: centrarea cozii benzii ruloului care se termină, ca și cel al capului ruloului care intră în linie; fixarea între bacuri a celor două capete de bandă care se îmbină; tăierea cu precizie a capului, respectiv a cozii celor două benzi care se îmbină; aducerea celor două benzi care se îmbină la distanța necesară sudurii, în funcție de grosimea benzilor și de procedeul utilizat; realizarea îmbinării celor două benzi.

Toate aceste operații se pot realiza într-o succesiune parțial automatizată.

Aceste agregate sînt dotate în special cu două echipamente pentru realizarea sudurii:

— TIG (WIG) (Tungsten Inert Gaz), care constă în realizarea unui arc voltaic între electrodul de tungsten (Wolfram) și cele două capete ale benzilor. Arcul se protejează cu un gaz de protecție (în general argon).

Grosimea zonei sudate are aproximativ grosimea egală cu cea a benzii.

— MIG/MAG care constă în realizarea arcului electric între o sîrmă metalică de adaos și benzile care se sudează, sîrma de adaos topindu-se și umplînd spațiul dintre cele două benzi. Arcul se protejează cu un gaz de protecție (argon, CO_2) etc.

Prin sudare cu această metodă grosimea îmbinării este mai mare ca cea a benzii.

Diferența de grosime poate fi redusă printr-un reglaj potrivit al distanței dintre cele două capete ale benzilor sau se poate anula printr-o operație ulterioară de polizare sau frezare.

Mașinile de sudat cu arc electric mai pot fi dotate cu echipamente de sudură sub flux sau echipament de sudură cu plasmă.

Aceste mașini se pot utiliza în linii de inspecție și pregătire a rulourilor de bandă (banda în zona de îmbinare poate fi ulterior laminată, ambutisată etc.), în linii de tăiere longitudinală, în linii de normalizare sablare-decapare a benzilor electrotehnice laminate la cald (ulterior ieșirii din linie, banda poate fi laminată într-un laminor cuarto sau Sendzimir) etc. pentru benzi cu grosimi pînă la max. 8,5 mm.

Mașinile de sudat cap la cap cu arc electric au o construcție mai simplă decît mașinile de sudat prin rezistență (care pot fi utilizate pentru aceleași scopuri), avînd deci și un preț de cost mai scăzut, dar operația de îmbinare durează mult și depinde în mare măsură de calificarea operatorului.

Mașinile de sudat cu arc se utilizează și pentru îmbinarea benzilor din cupru sau aliaje de Cu, folosind ca gaz de protecție un amestec de argon și heliu.

În România s-au realizat agregate de sudat cap la cap cu arc electric care se utilizează în: linii de tăiere longitudinală pentru benzi laminate la rece; linii de pregătire a rulourilor de bandă; linii de decapare.

Agregate de sudat cap la cap prin rezistență și presiune (flash butt)

Aceste agregate realizează operații de centrare a celor două capete de bandă, tăiere, fixare, sudare, rabotare a zonei îmbinate pentru a o aduce la grosimea benzii de bază, ștanțare laterală, poansonare de găuri pentru identificarea sudurii, tratament termic al sudurii etc.

În ultimul timp, aceste agregate s-au perfecționat, putînd să realizeze ciclul (toate operațiile de mai sus) complet automatizat.

Sudura cap la cap prin rezistență și presiune este un procedeu rapid de sudură.

Pentru benzile electrotehnice cu SI > 2,5% acest procedeu nu a dat rezultate satisfăcătoare, zona sudată fiind casantă. Pentru sudarea benzilor electrotehnice cu acest procedeu, există un brevet unguresc *Dr. Havnak* pentru un dispozitiv de aducere a fluxului, care se montează pe acest tip de mașină.

Aceste agregate se utilizează în special în cadrul liniilor de decapare, însă prezintă avantaje și în cazul altor linii pentru benzi groase, cum ar fi : de pregătire a rulourilor, de normalizare, sablare, decapare de țevi sudate etc.

Agregate de sudat cu laser

În ultima vreme o serie de firme (Kawasaki Steel, Japonia) au dezvoltat agregatele de sudat cap la cap cu laser.

Aceste agregate au în general aceleași funcțiuni ca și agregatele de sudat cap la cap cu arc electric, inclusiv operația de rectificare a cordonului de sudură.

Agregatele de sudat cu laser se utilizează cu succes în locul agregatelor de sudat cap la cap prin rezistență și presiune, în special pentru sudarea benzilor din oțeluri silicioase, oțeluri inoxidabile, cu conținut ridicat de carbon etc.

Mărirea productivității liniilor de proces și a gradului de scoatere de metal prin utilizarea agregatelor de sudat

Utilizarea agregatelor de sudat în cadrul liniilor de proces din ajustajele laminoarelor de bandă duce la creșterea productivității acestor linii, precum și a gradului de scoatere de metal după cum urmează :

Utilizarea agregatelor de sudat într-o linie de proces care, în mod obișnuit, utilizează înfilarea rulou cu rulou, duce implicit la creșterea productivității acestei linii, prin reducerea timpului de înfilare.

Astfel, într-o linie de tăiere longitudinală pentru benzi electrotehnice laminate la rece, de mare productivitate (V = 300 m/min), prin utilizarea unei mașini de sudat cu arc electric, dotată cu sistemul TIG, s-a realizat o creștere a productivității liniei cu cca 30%.

Analizînd o linie de proces continuă dotată cu acumulator de bandă, prevăzută cu mașină de sudat, am dedus formula de mai jos care dă variația vitezei în zona de proces, în funcție de timpul de oprire al zonei de intrare (pentru introducerea unui nou rulou și sudarea capului benzii acestuia de coada benzii ruloului care s-a terminat), de masa ruloului care se introduce, ca și de viteza zonei de intrare :

$$Vpr = \frac{M}{mT + \frac{M}{Vintr.} + \frac{V\,intr.}{a} \cdot m} \qquad (1)$$

Formula este valabilă pentru $\frac{M}{m} - Vpr\left(\frac{M}{m\,Vintr.} + \frac{V\,intr.}{a}\right) < Lac$

Pentru $\frac{M}{m} - Vpr\left(\frac{M}{mV\,intr.} + \frac{V\,intr.}{a}\right) \geqslant$

$\geqslant Lac$ (condiția de umplere a acumulatorului).

$$Vpr = \frac{Lac}{T}$$

unde :

M este masa ruloului, kg ; T — timpul de oprire a zonei de intrare, min ; $V\,intr.$ — viteza zonei de intrare, m/min ; a — accelerația (decelerația) zonei de intrare, m/min² ; m — masa benzii pe unitatea de lungime, kg/m ; Lac — lungimea benzii pe care o poate avea acumulatorul.

Din analiza formulei (1) se constată că viteza zonei de proces (deci și productivitatea liniei) variază invers proporțional cu timpul de oprire T care, în cea mai mare parte, este determinat de timpul necesar operației de sudură .

Astfel, într-o linie de decapare continuă în care s-a înlocuit agregatul de sudat cu arc electric cu un agregat de sudură cu rezistență și presiune, viteza zonei de proces, deci și productivitatea liniei a crescut de cca 3 ori.

Pentru o linie de decapare existentă dotată cu mașină de sudat prin rezistență și presiune la care : $T = 2$ min ; $V\,intr. = 600$ m/min ; $a = 60$ m/min sau 3600 m/min ; $Vpr =$ max. 240 m/min, se poate analiza variația vitezei în zona de proces, în funcție de masa ruloului care se introduce în linie, pentru diferite secțiuni de bandă : $Vpr = f(M)$

Pentru benzi cu secțiuni mari, pentru a lucra cu linia la productivitate ridicată este necesar să se introducă în linie rulouri cu mase mari, deci să se prevadă o linie de pregătire dotată cu o mașină de sudat corespunzătoare (Flash, Butt sau Laser).

În acest caz, dacă rulourile care vin de la laminorul de benzi la cald sînt de ~ 10 t, iar în cadrul liniei de pregătire se formează rulouri corespunzătoare vitezei de 240 m/min. masa ruloului se calculează cu formula :

$$M = \frac{Vpr \cdot m\left(T + \frac{V.\,intr.}{a}\right)}{1 - \frac{Vpr}{V.\,intr.}}$$

dedusă din formula (1), adică rulouri de 34,6 t pentru banda cu secțiunea de 4 × 1320, viteza liniei de decapare și productivitatea acesteia vor crește de ~ 2,4 ori.

Un alt aspect al formării rulourilor mari (fie în linia de pregătire, fie în linia de decapare) prin utilizarea unui agregat de sudură corespunzător, care să ducă la obținerea unei suduri laminabile, îl constituie mărirea gradului de scoatere de metal.

Într-o secție de benzi electrotehnice unde sînt aduse rulouri din oțel silicios pentru transformator, laminate la cald cu masa de ~ 7 t, prin utilizarea unei linii de pregătire dotate cu agregat de sudură corespunzător, cu care se formează rulouri de ~ 21 t, se obține, în afara creșterii substanțiale a productivității celorlalte linii de proces din secție (începînd cu linia de normalizare, sablare, decapare) ca și a laminorului la rece și o creștere a gradului de scoatere de metal cu ~ 2%.

Într-o secție de benzi din oțeluri inoxidabile s-a prevăzut o linie de pregătire a rulourilor, dotată cu agregat de sudură cu plasmă și cu sistem de introducere a unor capete de serviciu.

Prin aceasta s-a ajuns la o creștere a gradului de scoatere de metal (oțel inox) de pînă la 8%.

Concluzii

Utilizarea agregatelor de sudat corespunzătoare în cadrul liniilor de proces duce, în afară de rezolvarea unor probleme tehnologice și la creșteri substanțiale ale productivității liniilor de proces, precum și ale gradului de scoatere de metal, care justifică deplin costurile uneori ridicate ale agregatelor de sudat.

BIBLIOGRAFIE

]1] Material documentar prezentat de firmele : Miebach — Germania ; Verson — Belgia ; Clesim — Franța ; Taylor Winfild — S.U.A. ; Wean United — S.U.A. ; Kawasaki — Japonia

[2] Rădulescu, Cr. , Guțu M., Derlogea S. *Utilaje pentru laminoare*. București, 1979.

[3] I.D. Jeleznov *Soversenstbovanie proizvodstva holodnokatanoi listovoi stal*. Moscova, Metallurghia, 1982.,

revista revistelor

GIESSEREI, Germania, 1992, nr. 11

— Puncte de vedere : „Stațiunea Germania" necesită ajutor, p. 427

— Reciclarea materialelor din miezurile vechi. Partea a II-a. Deșeurile din miezuri — un material de valoare complexă, p. 428

— Degajări în atmosferă de la cubilouri — despre situația din noile landuri ale Germaniei, p. 436

— FOND-EX-'92 — Brno. A 6-a expoziție internațională de turnătorie în Cehoslovacia din nou liberă, din nou pe locul tradițional, p. 439

— EUROFOUR EUROFONDERIE '92 — Tîrgul de specialitate pentru cuptoare industriale, instalații de tratament termic și echipamente pentru turnătorie — Paris, p. 446

— A treia sesiune de comunicări — Magdeburg/1992, p. 449

— Sinteză bibliografică anuală — fontă aliată (29), p. 458

GIESSEREI, Germania, 1992, nr. 12

— Turnătorii de fontă, oțel și fontă maleabilă — martie 1992. Industria autovehiculelor și construcțiile susțin conjuncturа turnătoriilor, p. 473

— Uniunea turnătorilor germani (Deutscher Giessereinerband) — rolul și realizări 1991, p. 476

— Optimizarea topirii fontei în cuptoare rotative, p. 510

— Utilizarea fontei brute la topirea în cubilou. O dare de seamă din exploatare (Powel Duffryn Castings Ltd. — Anglia), p. 514

— A 36-a consfătuire a turnătorilor austrieci, Viena (Leoben IV — 1992), p. 520

STAHL und EISEN, Germania, nr. 4, 1992

— Viitorul furnizorilor pentru industria automobilelor — un impuls pentru industria mijlocie, p. 23

— Sudarea oțelurilor de construcție moderne, de rezistență ridicată, p. 29

— Tăierea și deformarea benzii laminate la cald, p. 39

— Oțeluri nitrurate sub presiune pentru ansambluri foarte solicitate, p. 47

— Oțeluri inoxidabile feritoaustenitice ; o grupă de materiale cu mare potențial de dezvoltare, p. 53

— Instalație de încărcare pentru benzi late, cu lăcuire cu pulbere, p. 67

— Construcția unei noi linii cu două caje pentru dresarea și reducerea tablei subțiri, p. 73

— Simularea procesului pentru dezvoltarea tehnologiei la laminarea țevilor, p. 85.

— Pat de răcire pentru laminate fine și mijlocii cu putere de acționare scăzută, p. 95

— Comportarea materialului în zona dintre caje la laminarea continuă a barelor și sîrmei, p. 101

— Materiale refractare pentru instalații de turnare continuă, p. 111

— Motorizarea în R.F.G. pînă în anul 2010, p. 117

— Management Buyout în Germania răsăriteană, p. 120

STAHL und EISEN, Germania, nr. 5, 1992

— Protecția mediului în industria siderurgică. Darea de seamă a societății Thyssen Stahl AG, p. 43

— Aprovizionarea cu minereu a industriei siderurgice germane și efecte asupra mediului, p. 55

— Resursele și consumul mondial de fier vechi pentru producerea fontei și oțelului, p. 65

— Concepții noi în valorificarea autovehiculelor ieșite din uz, p. 73

— Cocs de bună calitate, condiție de bază pentru funcționarea eficientă a furnalelor, p. 79

— Reconstrucția și primele rezultate de funcționare a oțelăriei LD nr. 3, Voest Alpine Stahl Linz, p. 89

— Automatizarea oțelăriei cu convertizoare Volklingen — DHS Saarstahl AG. Dezvoltarea conducerii procesului tehnologic cu ajutorul calculatorului, p. 97

— Automatizare în oțelăriile Thyssen Stahl AG — Îmbunătățirea calității produselor, a flexibilității instalațiilor și a sortimentului produselor, p. 105

— Reducerea costului energiei în oțelăriile electrice cu o instalație de control al încărcării electrice, p. 115

— Noutăți în domeniul căptușelilor refractare la oțelăriile LD, p. 121

— A 6-a conferință internațională a firmelor posesoare de licență pentru procedeul RH, p. 127

— Situația și perspectivele comerțului internațional cu cărbuni, p. 131

— Politica internațională privind mediul înconjurător, p. 144

CERCETĂRI PRIVIND BILANȚUL ALCALILOR ÎN FURNALE ÎN VEDEREA ASIGURĂRII FUNCȚIONĂRII CORESPUNZĂTOARE A ACESTORA

Ing. C. Gavăț
Ing. C. Darziu și
Ing. Elena Darziu
ICPPAM S.A. — Galați

CZ : 669. 162. 2. : 661. 3

Influențele alcalilor introduși în furnale o dată cu încărcătura a devenit recent o preocupare majoră a industriei siderurgice mondiale.

Materialele alcaline, chiar dacă sînt prezente în concentrație relativ mică în încărcătură, în anumite condiții de bazicitate a zgurii și de temperatură a vetrei, se pot acumula rapid în furnal.

În general, cantitatea de alcali care intră în furnale cu încărcătura metalică și combustibilii solizi este, în prezent, cuprinsă între 2 și 4,5 kg/tf, din care componenții feroși (aglomerat, minereu, pelete) aduc cca 1—2 kg/tf, iar cocsul prin cenușa lui aduce tot de la 1 la 2 kg/tf.

La unele furnale din Comunitatea Statelor Independente, R. P. Chineză, Mexic și Egipt, datorită conținutului mare de CaCl al minereului utilizat, cantitatea de alcali introdusă în furnal ajunge la 8—10 kg/tf.

Practica țărilor cu siderurgie dezvoltată, precum și publicațiile de specialitate recomandă, ca limită maximă a conținutului de alcali din aglomerat, valoarea de 0,5 kg/t aglomerat.

Modalitățile în care alcalii acumulați în furnal în cantități relativ mari afectează parametrii de funcționare a acestuia sînt :

- formează lipituri pe pereții cuvei, ducînd la :
  - reducerea volumului util ;
  - coborîrea neregulată a încărcăturii, cu tendință de agățare ;
  - repartiție neuniformă a gazului la gura de încărcare ;
  - scăderea productivității furnalului ;
- distrug căptușeala refractară a furnalului cu implicații asupra :
  - consumului specific de refractare ;
  - campaniei de lucru a furnalelor ;
  - productivității ;
- crește consumul specific de cocs datorită transferului mare de căldură către nivelurile superioare ale furnalului ;
- influențează negativ atît rezistența cocsului, înrăutățind permeabilitatea coloanei de materiale, cît și temperatura de înmuiere a aglomeratului ;
- influențează negativ proprietățile fizico-chimice ale zgurii, favorizînd agățări premature ale coloanei de materiale.

Ținîndu-se seamă de aceste considerente, cu implicații negative asupra producției de fontă și consumului specific de cocs, lucrarea își propune întocmirea unui bilanț de alcali din încărcătura introdusă în furnal în condițiile reale existente la SIDEX S.A. Galați, urmărind nivelul de influență a acestora în raport cu rezultatele obținute în țări cu siderurgie dezvoltată și elaborarea unor măsuri tehnologice vizînd eliminarea pe cît posibil a alcalilor din încărcătură și din furnal.

REACȚIILE, CIRCULAȚIA ȘI COMPORTAREA ALCALILOR ÎN FURNAL

Reacțiile și circulația alcalilor în furnal

În figurile 1 și 2 sînt prezentate atît reacțiile vaporilor și compușilor natriului și potasiului în diferite zone ale furnalului cît și circulația acestora prin furnal.

Silicații metalelor alcaline, în condiții de temperatură ridicată, se reduc cu carbonul sau fierul rezultat în urma reducerii FeO la Fe, la vapori, conform reacțiilor :

$$2Na_2SiO_3 + 2C \rightarrow 4Na(V) + 2SiO_2 + 2CO \quad (1)$$

$$2K_2SiO_3 + 2C \rightarrow 4K(V) + 2SiO_2 + 2CO \quad (2)$$

$$2Na_2SiO_3 + 2Fe \rightarrow 4Na(V) + 2SiO_2 + FeO \quad (3)$$

O parte din silicatul de sodiu, neprins în aceste reacții, împreună cu silicea și oxidul de fier rezultat trec în zgura de furnal.

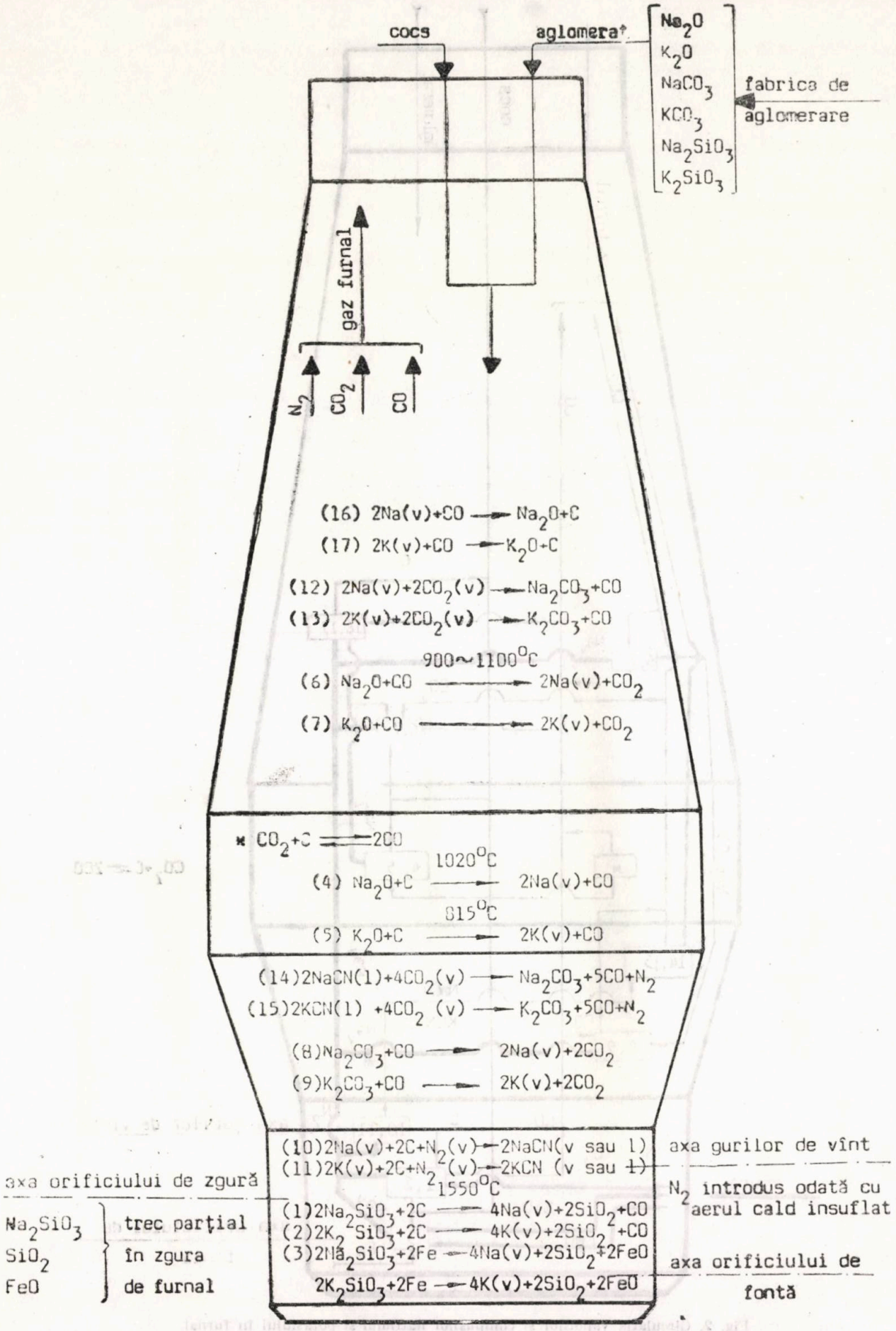


Fig. 1. Reacțiile vaporilor și compușilor natriului și potasiului în diferite zone ale furnalului
Fig. 1. The reactions of Na and K vapours and components in various blast furnace zones

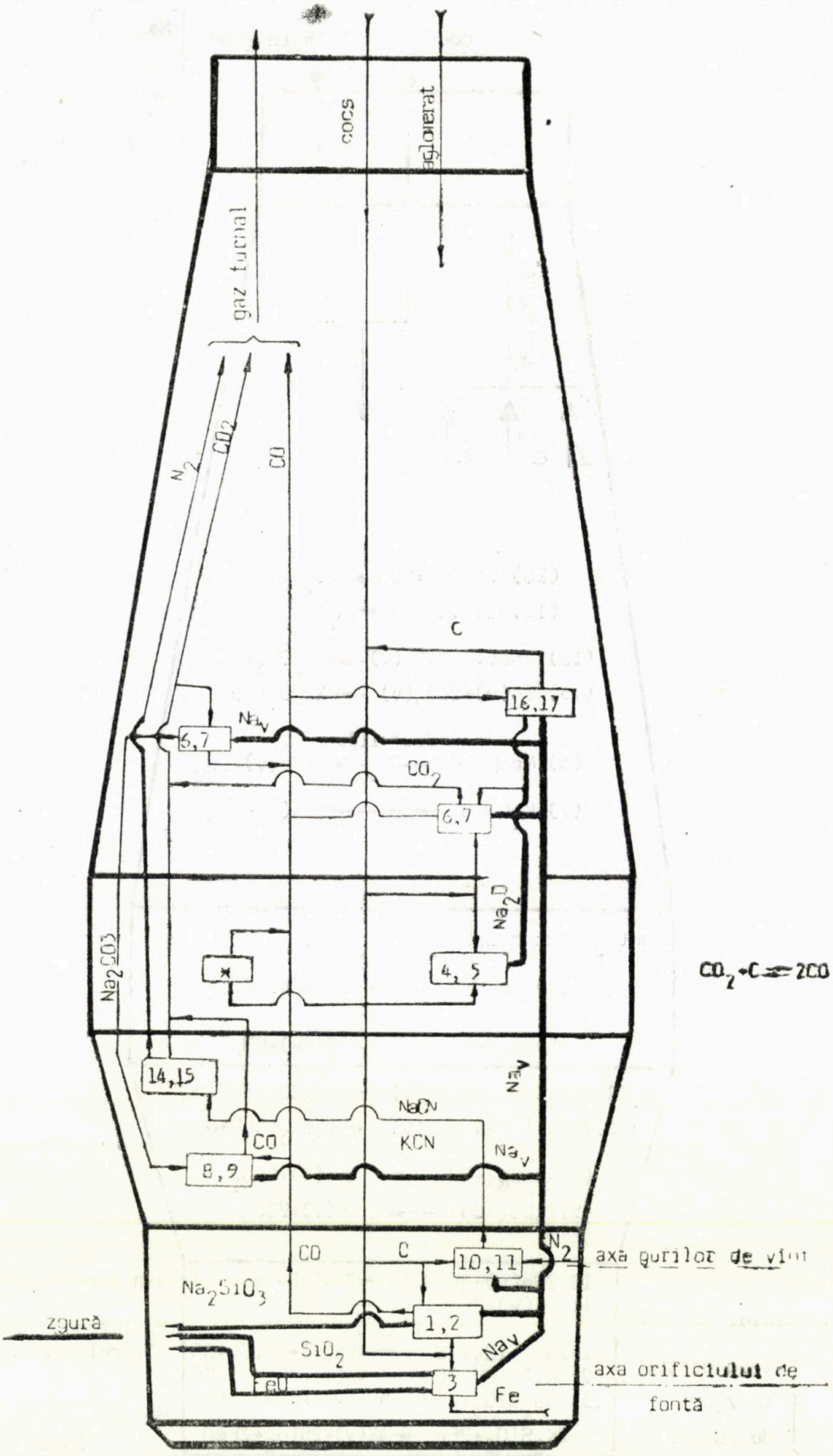


Fig. 2. Circulația vaporilor și compușilor natriului și potasiului în furnal
Fig. 2. Circulation of Na and K vapours and components in the blast furnace

Oxizii metalelor alcaline pot fi reduşi în domeniul de temperatură 815—1020°C, cu carbon solid sau monoxid de carbon, conform reacţiilor :

$$Na_2O + C \xrightarrow{1060°C} 2Na(V) + CO \quad (4)$$

$$K_2O + C \xrightarrow{815°C} 2K(V) + CO \quad (5)$$

$$Na_2O + CO \xrightarrow{900-1000°C} 2Na(V) + CO_2 \quad (6)$$

$$K_2O + CO \xrightarrow{900-1000°C} 2K(V) + CO_2 \quad (7)$$

La temperaturi sub 1020°C şi presiune atmosferică, carbonaţii de Na şi K nu pot fi reduşi cu carbon solid, reducerea lor la vapori de Na şi K efectuîndu-se cu monoxid de carbon conform reacţiilor :

$$Na_2CO_3 + CO \longrightarrow 2\,Na(V) + 2CO_2 \quad (8)$$

$$K_2CO_3 + CO \longrightarrow 2K(V) + 2CO_2 \quad (9)$$

Activitatea intensă a carbonului şi azotului la temperaturi ridicate duce la formarea unor cianuri în afara zonei de oxidare din faţa gurilor de vînt, conform reacţiilor :

$$2Na(V) + 2C + N_2(V) \longrightarrow 2NaCN \text{ (vapori sau lichid)} \quad (10)$$

$$2K(V) + 2C + N_2(V) \longrightarrow 2KCN \text{ (vapori sau lichid)} \quad (11)$$

Existenţa cianurilor sub formă de lichide în zonele cuvei şi etalajului sau sub formă de vapori în zonele gurilor de vînt şi creuzetului se datoreşte diferenţelor mari dintre temperaturile de topire şi cele de fierbere a acestora.

Cianuri	Temperaturi de, °C	
	topire	fierbere
KCN	622	1625
NaCN	562	1530

Există astfel posibilitatea ca, alături de vaporii de Na şi K care ies din creuzet, să apară şi vapori de NaCN şi KCN.

Cea mai mare parte din vapori se ridică o dată cu gazul de furnal spre cuvă, condensează şi ajung suficient de oxidanţi pentru a putea forma carbonaţi stabili conform reacţiilor :

$$2Na(V) + 2CO_2(V) \longrightarrow Na_2CO_3 + CO \quad (12)$$

$$2K(V) + 2CO_2(V) \longrightarrow K_2CO_3 + CO \quad (13)$$

$$2NaCN(l) + 4CO_2(V) \longrightarrow Na_2CO_3 + 5CO + N_2 \quad (14)$$

$$2KCN(l) + 4CO_2(V) \longrightarrow K_2CO_3 + 5CO + N_2 \quad (15)$$

Prin condensare, vaporii metalelor alcaline sînt transformaţi în particule foarte fine de oxizi alcalini conform reacţiilor :

$$2Na(V) + CO \longrightarrow Na_2O + C \quad (16)$$

$$2K(V) + CO \longrightarrow K_2O + C \quad (17)$$

Oxizii astfel formaţi aderă la aglomeratul şi cocsul introdus în furnal şi sînt retransportaţi spre zonele inferioare ale furnalului, ciclul repetîndu-se, realizînd astfel o îmbogăţire a alcalilor introduşi cu încărcătura.

În figura 3 este prezentat schematic modelul circulaţiei alcalilor în furnal, elaborat în Japonia de firma Nippon Steel Corporation.

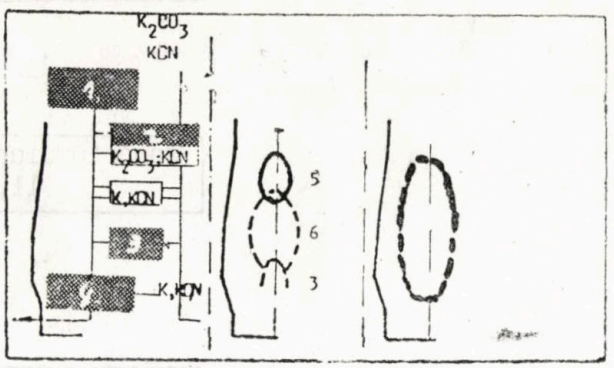


Fig. 3. Modelul circulaţiei alcalilor în interiorul furnalului

Fig. 3. Alkalies circulation pattern in the blast furnace

Comportarea alcalilor în furnal

Pe baza datelor obţinute în urma efectuării unor experimentări industriale privind comportarea alcalilor introduşi în furnal o dată cu încărcătura, unii specialişti din diferite ţări (Japonia, Franţa, Germania) au stabilit că asupra gradului de acumulare a alcalilor în furnal o influenţă deosebită o au bazicitatea, temperatura şi compoziţia chimică a zgurilor.

Cercetătorii japonezi, efectuînd un bilanţ al circulaţiei alcaliilor la furnalul nr. 1 al uzinei Hirohata, firma Nippon Steel Corporation, au dedus că cea mai mare cantitate de alcali este evacuată din furnal împreună cu zgura (fig. 4), stabilind pe acest considerent relaţii de dependenţă între conţinutul de alcali din zgură şi bazicitatea acesteia, respectiv temperatura (fig. 5 şi 6).

În Franţa la Fos-sur-Mer, firma Solmer a introdus, în mod experimental, o dată cu încărcătura într-un furnal de 4800 tf/zi, izotopi radioactivi „42_K" sub formă de carbonaţi (fig. 6).

La o durată medie de coborîre a încărcăturii de 7,1 ore, primul „42_K" a fost constatat după 5,8 ore de la încărcare, durata medie de menţinere în furnal a fost de 20,7 ore, ultimele urme dispărînd abia după 43 ore de la încărcare. Experimentările au fost făcute la o bazicitate a zgurii de 1,37.

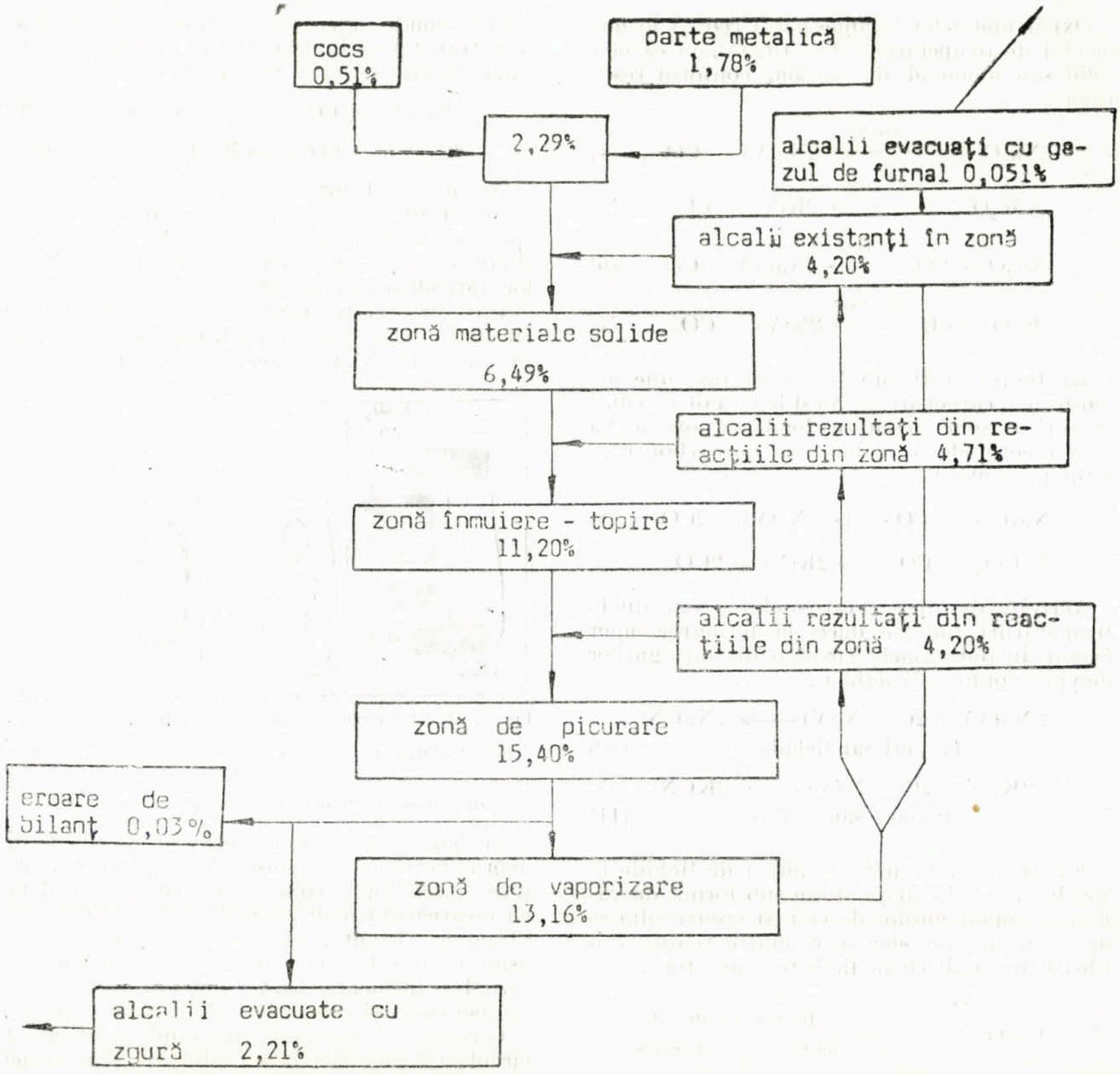


Fig. 4. Bilanţul circulaţiei alcalilor la furnalul nr. 1 de la Hirohata Nippon Steel Corp.
Fig. 4. Balance of alkalies circulation in no. 1 blast furnace of Hirohata Nippon Steel Corp

Repetarea experienţei cu o zgură avînd bazicitatea de 1,40 a dus la mărirea duratei medii de menţinere a izotopilor „42_K" în furnal la 23,6 ore, ultimele urme dispărînd abia după 63 de ore de la încărcarea acestora.

Conţinuturile de alcali din zgură sînt de bazicităţi egale, foarte diferite de la o uzină la alta datorită fie temperaturilor diferite ale fontei sau zgurii, fie compoziţiei chimice a acesteia din urmă.

Cercetări efectuate în Germania încă din anul 1960 au stabilit că, la o temperatură dată, alcalii măresc viteza reacţiei $CO_2 + C = 2CO$, deplasînd începerea acesteia către temperaturi mai joase, şi modifică proprietăţile cocsului (reactivitatea, rezistenţa) pe înălţimea furnalului. La funcţionarea furnalelor cu presiuni ridicate ale monoxidului de carbon, reducerea oxizilor alcalini devine mai dificilă, favorizînd astfel evacuarea unor cantităţi mai mari de alcali cu zgura.

Vaporii metalelor alcaline, condensînd pe încărcătura metalică introdusă în furnal, aderă la aceasta şi modifică temperatura de înmuiere a aglomeratului, favorizînd formarea într-un interval larg de temperatură a unei încărcături păstoase şi înrăutăţind, astfel, permeabilitatea coloanei.

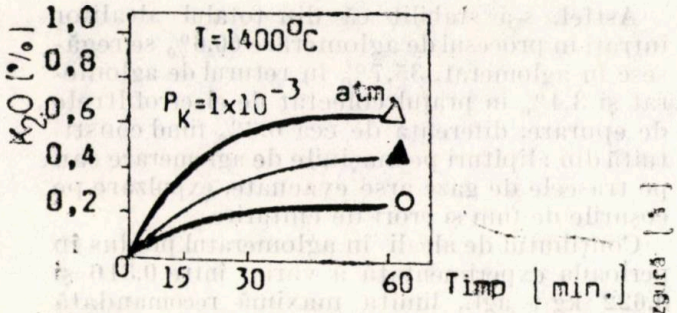


Fig.5 - Dependența cantității de K_2O absorbit în zgură de bazicitatea acesteia.

Δ—— Ib = 1,15

▲—— Ib = 0,9

O—— Ib = 0,7

Fig. 5. Dependența cantității de K_2O absorbit în zgură de bazicitatea acesteia
Fig. 5. The dependence of slag absorbed K_2O on slag basicity

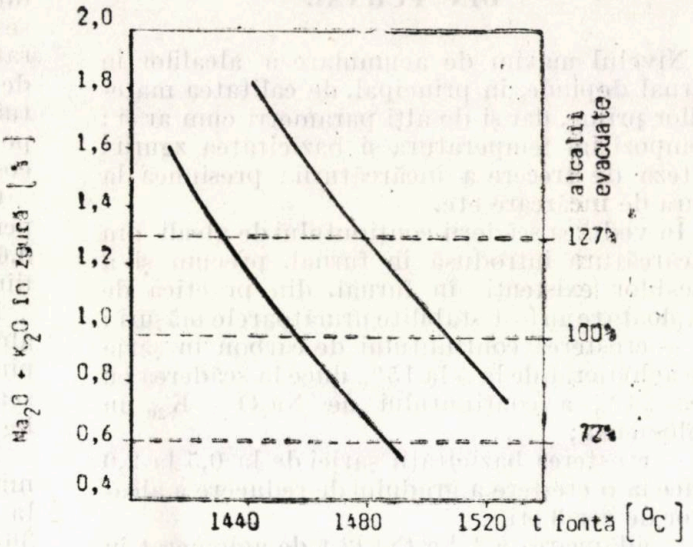


Fig. 6. Dependența de temperatură a conținutului de alcali din zgură
Fig. 6. Alkalies content in slag depending on temperature

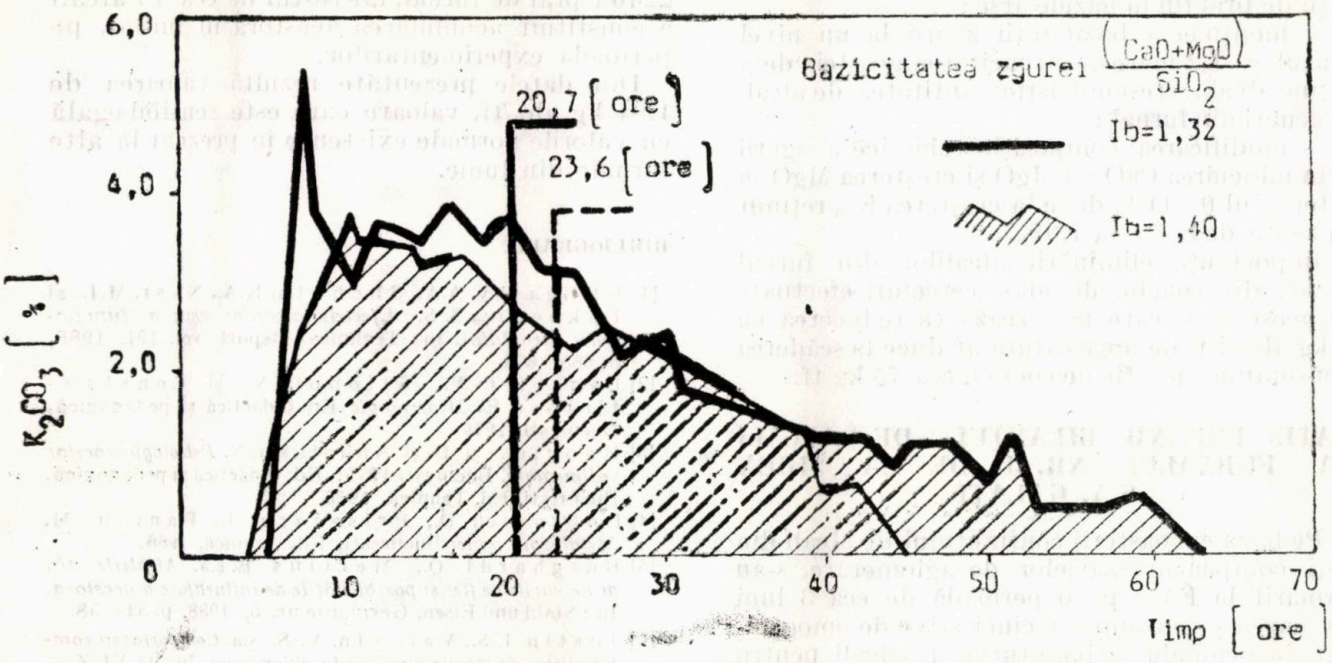


Fig. 7. Influența bazicității zgurii asupra duratei de menținere a alcalilor în furnal
Fig. 7. Slag basicity influence on the holding time of the alkalies in the blast furnace

În ceea ce privește atacul vaporilor metalelor alcaline asupra zidăriei furnalului, cercetătorii japonezi au stabilit că are loc conform reacției :

$$6K(V) + \underset{\text{mulit}}{3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2} + \underset{\text{cristobalit}}{4SiO_2} + 3CO =$$

$$= \underset{\text{kalsilită}}{3(K_{20} \cdot Al_{2032}SiO_2)} + 3C$$

Dilatarea kalsilitei este de cca 6%.

Atunci cînd conținutul de alcali din cărămidă crește la peste 15% (K_{20}) cărămida crapă paralel cu suprafața ei și se dilată, producîndu-se în microstructura ei așa-numita „explozie alcalină".

Dilatarea reală a cărămizii refractare este mai mare decît cea cauzată de modificarea fazei minerale bazate pe reacția de formare a kalsilitei, deoarece silicatul care însoțește carbonul depus crește în cristale fibroase de kalsilită.

METODE DE ELIMINARE A ALCALILOR DIN FURNAL

Nivelul maxim de acumulare a alcalilor în furnal depinde, în principal, de calitatea materiilor prime, dar și de alți parametri cum ar fi : compoziția, temperatura și bazicitatea zgurii ; viteza de trecere a încărcăturii ; presiunea la gura de încărcare etc.

În vederea scăderii conținutului de alcali din încărcătura introdusă în furnal, precum și a alcalilor existenți în furnal, din practica de exploatare au fost stabilite următoarele măsuri :

— creșterea conținutului de carbon în șarja de aglomerat de la 5 la 15% duce la scăderea cu cca 24% a conținutului de $Na_2O + K_{20}$ în aglomerat ;

— creșterea bazicității șarjei de la 0,5 la 2,0 duce la o creștere a gradului de reducere a alcalilor de cca 3 ori :

— adăugarea a 1 kg CaCl2/t de aglomerat în șarjă duce la eliminarea a cca 50% K_{20} și 30% Na_{20} (firma Solmer) însă înrăutățește funcționarea electrofiltrelor datorită dublării cantității de praf fin în gazele arse ;

— menținerea bazicității zgurii la un nivel scăzut < 1,2 mărește capacitatea acesteia de a reține alcali, crescînd astfel cantitatea de alcali evacuați din furnal ;

— modificarea compoziției chimice a zgurii prin înlocuirea CaO cu MgO și creșterea MgO în intervalul 0—11% duce la creșterea K_{20} reținut în zgură de la 5,5 la 7,0%.

Importanța eliminării alcalilor din furnal rezidă din concluziile unor cercetări efectuate în acest sens, care precizează că reducerea cu 1 kg alcali/t de încărcătură ar duce la scăderea consumului specific de cocs cu cca 75 kg/tf.

DATE PRIVIND BILANȚUL DE ALCALI LA FURNALUL NR. 5 DE LA SIDEX S.A. GALAȚI

Pe baza cunoașterii conținutului de alcali din toți componenții șarjelor de aglomerare, s-au urmărit la FA-2 pe o perioadă de cca 3 luni formarea și consumul a cinci stive de omogenizat, întocmindu-se bilanțurile de alcali pentru fiecare etapă în parte.

Astfel, s-a stabilit că din totalul alcalilor intrați în procesul de aglomerare 60,6% se regăsesc în aglomerat, 35,7% în returul de aglomerat și 3,4% în praful colectat de electrofiltrele de epurare, diferența de cca 0,3% fiind constituită din : lipituri pe mașinile de aglomerare sau pe traseele de gaze arse evacuate, expulzare pe coșurile de fum și erori de cîntărire.

Conținutul de alcali în aglomeratul produs în perioada experimentată a variat între 0,316 și 0,622 kg/t agl., limita maximă recomandată fiind de 0,5 kg/t aglomerat.

Pentru obținerea unui asemenea conținut de alcali într-un aglomerat avînd bazicitatea de pînă la 1,9, alcalii în șarjă nu trebuie să depășească 0,41 kg/t șarjă, iar în omogenizare 0,34 kg/t omogenizat.

În perioada de experimentări, pe baza întocmirii bilanțurilor de alcali la furnalul nr. 5 de la SIDEX S. A. Galați, la un total de 364 720 t încărcătură, o producție de 161 165 t fontă, au fost introduse în furnal 296,2171 t alcali, din care 277 t au fost evacuate o dată cu cele 74943 t zgură, 11,8 t au fost evacuate cu 2246 t praf de furnal, iar restul de cca 7 t alcali a constituit acumularea acestora în furnal, pe perioada experimentărilor.

Din datele prezentate rezultă valoarea de 1,84 kg alc./tf, valoare care este sensibil egală cu valorile normale existente în prezent la alte furnale din lume.

BIBLIOGRAFIE

[1] El. Geassy, A.A., Shehota, K.A., Nasr, M.I. și Fakhoury, S. S. *Efectele alcalilor asupra funcționării furnalului.* In : Technical Report vol. 191, 1986, p. 865—874.

[2] Lanovici V., Stiopol, V. și Constantinescu E. *Mineralogie* Ed. didactică și pedagogică, București, 1979.

[3] Rădulescu D. și Anastasiu N. *Petrologia rocilor sedimentare.* București 1979. Ed. didactică și pedagogică. București, Ed. Tehnică, 1966.

[4] Dobrovici D., Prisecaru, I., Banciu M. *Metalurgia fontei* București, Ed. Tehnică, 1966.

[5] Burghardt O., Mertius E. ș.a. *Alcaliile din minereurile de fier și posibilitățile de influențare a acestora.* In : Stahl und Eisen, Germania nr. 5, 1988, p. 54—58.

[6] Iustin I. S., Valavin, V. S. ș.a. *Comportarea combinațiilor de metale alcaline la aglomerare.* In : Iz VUZ — Ciornaia metallurghiia, nr. 11, 1987, p. 20—21.

CONTRIBUȚII LA STUDIUL ACOPERIRILOR METALICE ANTICOROSIVE REALIZATE ÎN CONDIȚII SPECIALE

Dr. ing. Șt. Ivașcan
Dr. ing. I. Antonescu
și Ing. I. Crețescu
Institutul Politehnic Iași

CZ :621.793

Depunerea electrolitică a metalelor cu scop protector sau decorativ se realizează, în mod obișnuit, prin procese de electroliză, folosind curent continuu. Există însă numeroase experiment legate de posibilitatea utilizării în tehnica galvanică și a curentului alternativ de diferite forme. Deși această utilizare nu este extinsă la nivel industrial ea are totuși, unele perspective ca urmare a unor avantaje deosebite.

În această lucrare se prezintă unele experimentări efectuate pentru depunerea unor pelicule protectoare de nichel folosind curent alternativ, de diferite frecvențe, și un mod original de introducere a acestuia în proces.

Aspecte teoretice

Sînt cunoscute multiple procedee fizice care duc la modificarea proprietăților depunerilor catodice. Astfel, aplicarea unui curent pulsatoriu reduce dendritele și creează un aspect mai bun al suprafeței. Depunerea în cîmp ultrasonor micșorează tensiunile interne. Mișcarea de rotație sau de vibrație a electrodului, intervenind în cinetica procesului de electrod, duce, de asemenea, la modificări structurale ale depozitului catodic [1].

Efectele curentului pulsatoriu, precum și cele ale rotației sau ale vibrației electrozilor se datorează îndeosebi influenței lor asupra stratului de difuzie și a polarizării de concentrație [2]. În depunerea nichelului, acest tip de polarizare este de cele mai multe ori neglijabil. Din acest motiv, în lucrarea de față s-a încercat să se intervină cu o altă acțiune care să contribuie la construirea fazei solide. În acest scop s-a aplicat, în procesul depunerii, o oscilație electromagnetică amortizată cu o frecvență variabilă realizată prin descărcarea unui condensator de o capacitate variabilă.

Pentru ca efectul cîmpului electromagnetic asupra deplasării și aranjării particulelor depuse electrolitic să fie cît mai mare, s-a ales o frecvență la care oscilația să producă unde ultraacustice staționare, în condițiile în care spațiul dintre electrozi funcționează ca un rezonator. Se pare că sub influența acestei unde se produce o mișcare periodică a particulelor neangajate în rețeaua cristalină de la suprafața electrodului, iar această mișcare contribuie la o aranjare compactă a particulelor care se depun.

Pentru ca acțiunea cîmpului electromagnetic să se facă simțită în interiorul celulei, trebuie ca aceasta să pătrundă în spațiul dintre cei doi electrozi. Adîncimea de pătrundere a unei unde electromagnetice într-un mediu conductor este dată de relația :

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}} \qquad (1)$$

în care δ este adîncimea de pătrundere a undei electromagnetice (distanța la care intensitatea cîmpului scade la zero) ;
ω — pulsația undei electromagnetice (proporțională cu frecvența) ;
μ — permeabilitatea magnetică a mediului ;
σ — conductibilitatea electrică a mediului.

Prin alegerea adecvată a mărimilor menționate și a geometriei sistemului (distanța dintre electrozi și dimensiunile acestora) se poate realiza pătrunderea cîmpului electromagnetic în spațiul dintre electrozii celulei electrolitice, însă cu o intensitate mai mică datorită pierderilor corespunzătoare absorbției prin electrolit.

Avînd în vedere raportul dintre conductivitatea metalului și cea a soluției de electrolit, se ajunge la concluzia că rezistența spațiului de electrolit este de aproximativ 10^4—10^5 ori mai mare decît cea a unui conductor metalic de secțiune utilizată și de lungime echivalentă. Astfel, spațiul dintre electrozi poate fi considerat ca dielectricul dintre plăcile unui condensator [3].

În aceste condiții, în timpul depunerii electrolitice, sînt de așteptat două efecte :
— un efect de orientare determinat de structura cîmpului electromagnetic ;
— un efect de aranjare a particulelor în rețeaua cristalină, determinat de apariția unei unde ultrasonore pe suprafața electrozilor.

Pentru primul efect, problemele sînt mai clare și el a fost în general studiat.

În ceea ce privește cel de-al doilea efect al oscilației electromagnetice aplicate, și anume

efectul de aranjare a particulelor în rețeaua cristalină, acesta este legat de apariția unei unde elastice în mediul dintre doi electrozi. Acest efect, constatat experimental, poate fi explicat prin mișcarea particulelor din constituția soluției de electrolit sub influența componentei electrice și respectiv magnetice a undei electromagnetice aplicate. Oscilația care apare este, în general, foarte slabă, dar ea se poate amplifica în momentul în care frecvența ei coincide sau este un multiplu întreg al frecvenței de oscilație a' sistemului, adică atunci cînd electrolizorul funcționează ca un rezonator pentru unde ultraacustice. În acest caz, oscilațiile produse sînt suficient de intense ca să poată produce schimbări sensibile în structura peliculei depuse.

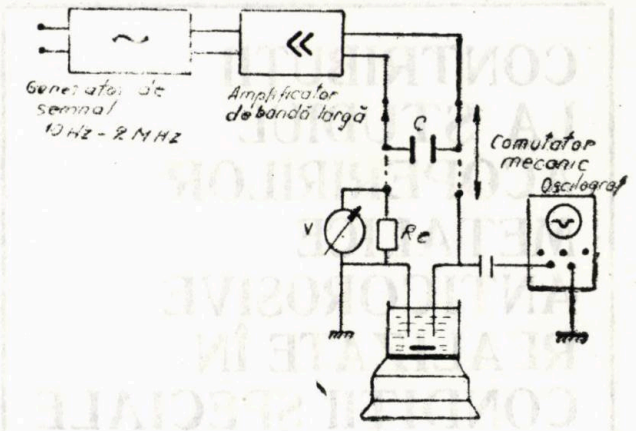


Fig. 1

Experimentări

În scopul realizării experimentărilor propuse s-a ales o metodă de protecție anticorosivă prin nichelare a epruvetelor din cupru. Schema de principiu a instalației folosite este prezentată în figura 1. Un generator cu posibilitatea reglării frecvenței produce un semnal care este reluat de un amplificator de bandă largă și aplicat unei baterii de condensatoare de diferite capacități C. Introducerea curentului în celula de electroliză s-a realizat prin intermediul bateriei de capacități variabile C. Aceasta a fost încărcată direct cu curent cu frecvență variabilă și descărcată între electrozii celulei de electroliză prin intermediul unui comutator mecanic.

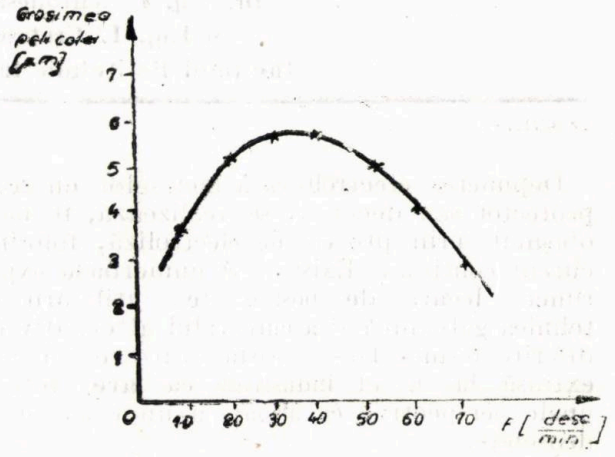


Fig. 2

Intensitatea curentului în circuit a fost calculată din căderea de tensiune pe o rezistență etalon, iar forma, frecvența și amplitudinea tensiunii dintre electrozii celulei de electroliză au fost vizualizate cu ajutorul unui oscilograf. Celula de electroliză este formată dintr-un vas paralelipipedic prevăzut cu un sistem de agitare și încălzire. Drept anod s-a folosit o placă din nichel electrolitic, iar catodul a fost confecționat din tablă de cupru; dimensiunile electrozilor sînt de 10 × 1,5 × 0,5 cm, iar distanța dintre ei este de 10 cm.

Înainte de folosire epruvetele au fost tratate în mod obișnuit ca pentru orice depunere electrolitică, apoi uscate, cîntărite la balanța analitică și păstrate într-un exsicator pînă la folosire [4].

Drept electrolit s-a folosit o soluție de nichelare clasică pe bază de sulfat [5].

Grosimea stratului de nichel depus, precum și unele caracteristici de calitate ale acestuia au constituit parametrul dependent față de care s-a determinat influența unor factori independenți care au intervenit în proces.

Dintre acești factori au fost luați în studiu următorii : frecvența de încărcare Φ și de des-

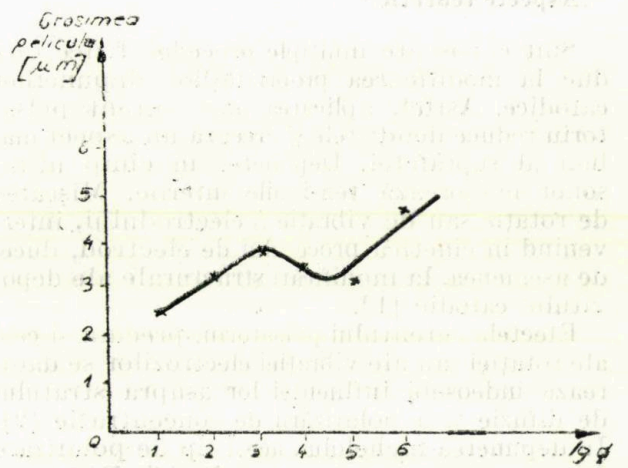


Fig. 3

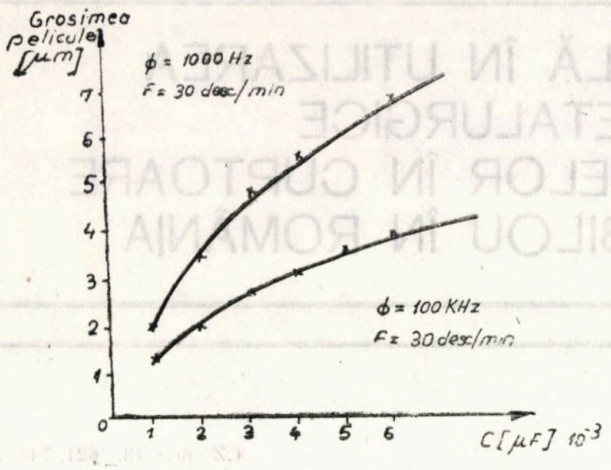


Fig. 4

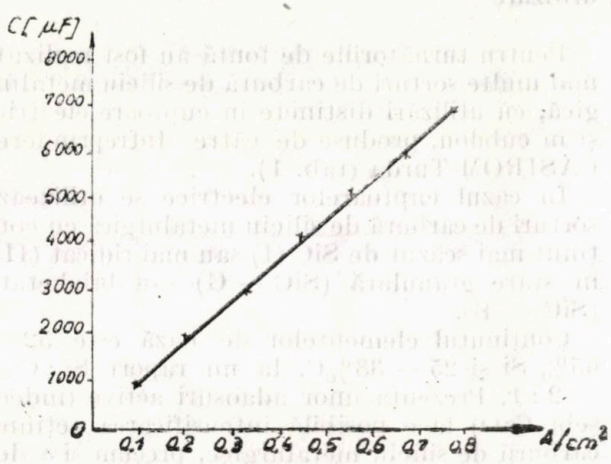


Fig. 5

cărcare F a capacității C, precum și valoarea capacității C. Fiecare dintre aceștia au fost variați în anumite limite, în condițiile menținerii celorlalți la o valoare constantă. De asemenea, în experiențele considerate au fost menținuți constanți următorii factori : timpul de electroliză, 5 min ; temperatura, 20°C ; nivelul tensiunii de încărcare a capacității C : $u = 5$V ; conductivitatea electrică a soluției, $\sigma = 10\Omega$/m ; permeabilitatea magnetică a soluției : $\mu = 40 \cdot 10^{-7}$ Henri/m.

Rezultatele obținute în urma acestor experimentări sînt prezentate în figurile 2—5.

CONCLUZII

Analiza datelor experimentale obținute și interpretarea lor duc la următoarele concluzii :

— Grosimea stratului protector de nichel depus pentru aceiași timpi de electroliză este direct proporțională cu valoarea capacității de descărcare C.

— Pînă la o anumită valoare a frecvenței de descărcare F are loc o creștere a grosimii stratului depus, după care acesta scade.

— Valoarea densității de vîrf a curentului de descărcare este în funcție directă de mărimea capacității C și a tensiunii de alimentare u. În același timp această mărime este invers proporțională cu frecvența de descărcare F a condensatorului.

— Între grosimea și calitatea stratului de metal depus și frecvența curentului de încărcare Φ există o legătură neliniară. Pentru frecvențe mai joase are loc o creștere a acestora, urmînd o scădere după care, la frecvențe mai înalte, se constată din nou o îmbunătățire a acestora. Calitatea depunerii înseamnă luciul și aderența acesteia la substratul de bază. Acest lucru s-ar explica prin apariția la frecvențe înalte a unei oscilații ultrasonore ca urmare a comportării ca rezonator a celulei eletrolitice.

— Pentru ca efectul cîmpului electromagnetic asupra deplasării și aranjării particulelor depuse electrolitic să fie cît mai mare, trebuie aleasă o astfel de frecvență încît oscilația să producă vibrații ultraacustice staționare, spațiul dintre electrozi funcționînd ca un rezonator.

— Metoda încercată de noi pentru realizarea unor depuneri, prin descărcarea cu o anumită frecvență a unei capacități pe celula electrolitică, poate fi luată în considerare și eventual dezvoltată ca un mijloc eficient de obținere a unor depuneri metalice cu caracteristici îmbunătățite.

BIBLIOGRAFIE

[1] Oniciu, L., Constantinescu, Elena. *Electrochimie și coroziune*. București, Ed. Didactică și Pedagogică, 1982.
[2] Sulghin, L. P *Elektrochimiceskie protesî na peremenom toke*. Leningrad, Ed. Nauke, 1974.
[3] Grafov, B. M. Uşke E., A., *Elektrohimiceskie țepi perenenovo toka*. Moscova, Ed. Nauka, 1973.
[4] Iampolschi A., M., *Galvanotehnica*. București, Ed. Energetică, 1954.
[5] Korecky, Jan *Protecția pieselor metalice prin ameliorarea suprafețelor*. București, Ed. Tehnică, 1950.

EXPERIENȚĂ INDUSTRIALĂ ÎN UTILIZAREA CARBURII DE SILICIU METALURGICE LA PRODUCEREA FONTELOR ÎN CUPTOARE CU INDUCȚIE ȘI ÎN CUBILOU ÎN ROMÂNIA

Dr. ing. I. Riposan și
Dr. ing. M. Chișamera
Institutul Politehnic București

CZ : 669. 13. : 621. 745. 34

Introducere

Carbura de siliciu metalurgică conține de regulă 87 — 95% SiC, 2 — 6% C (liber), 0,1 — 0,5% Si (liber), 0,1 — 0,5% CaO, 0,06 — — 0,6 % MgO, 1 — 8 % SiO_2, 0,1 — 2 % Al_2O_3, 0,1—0,3% Al, la un raport Si : C=2 : 1.

În prezent, acest material înlocuiește cu bune rezultate ferosiliciul industrial, față de care are avantajul unui conținut foarte scăzut de aluminiu și cocs de petrol, în raport cu care prezintă avantajul unor conținuturi mult mai scăzute de N, H_2, S [1].

Carbura de siliciu metalurgică poate fi caracterizată ca fiind un material cu conținut scăzut de elemente nocive, constituind, în același timp, singurul material de adaos care asigură alierea concomitentă cu Si și C a fontelor.

Este cunoscut efectul dezoxidant al carburii de siliciu metalurgice [1] — [6], precum și acțiunea sa „premodificatoare", respectiv de favorizare a germinării grafitului, atît în cazul fontei cenușii, cît și în cel cu grafit nodular [1], [6] — [9].

Carbura de siliciu metalurgică contribuie la îmbunătățirea calității fontelor, atît la producerea acestora în cuptoare cu inducție [1]—[9], cît și în cubilou [1], [6], [10]—[12].

Lucrarea își propune să prezinte o serie de rezultate obținute în mai multe turnătorii de fontă, sub acțiunea carburii de siliciu metalurgice realizate în România, la obținerea pieselor din fontă cenușie, fontă cu grafit nodular și cu grafit vermicular*.

Caracteristicile carburii de siliciu metalurgice utilizate

Pentru turnătoriile de fontă au fost realizate mai multe sorturi de carbură de siliciu metalurgică, cu utilizări distincte în cuptoare electrice și în cubilou, produse de către Intreprinderea CASIROM-Turda (tab. 1).

În cazul cuptoarelor electrice se utilizează sorturi de carbură de siliciu metalurgică cu conținut mai scăzut de SiC (I) sau mai ridicat (II), în stare granulară (SiC — G) sau brichetată (SiC — B).

Conținutul elementelor de bază este 52 — 65% Si și 25 — 33%C, la un raport Si : C = = 2 : 1. Prezența unor adaosuri active (îndeosebi CaO) face posibilă intensificarea acțiunii carburii de siliciu metalurgice, precum și valorificarea unor sorturi cu conținut mai scăzut de SiC.

În cazul cubiloului, se utilizează brichete speciale (SiC—BC) care utilizează cimentul ca liant și conțin o serie de adaosuri (îndeosebi CaO), care asigură acestor brichete o acțiune autofondantă. Brichetele conțin 60 — 70% SiC, respectiv 40 — 50% Si și 20 — 25% C, la un raport Si : C = 2 : 1.

Utilizarea SiC în cuptoare cu inducție

Au fost urmărite atît condițiile de asimilare a carburii de siliciu metalurgice în fontă, cît și calitatea pieselor din fontă produse în acest mod.

Condiții de asimilare a SiC în fontă

Este cunoscut faptul că viteza de asimilare a carburii de siliciu metalurgice în fontă este mai scăzută decît a altor materiale carbonice (fig. 1) [13]. Acest lucru este datorat, în principal, prezenței unei pelicule de SiO_2, care frînează dizolvarea granulelor de SiC.

* Obs. : Lucrarea sintetizează experiența utilizării sorturilor de carbură de siliciu metalurgică tip CASIROM în 20 de turnătorii de fontă din România.

Tabelul 1

Compoziția chimică de bază a carburii de siliciu metalurgice CASIROM *

Table 1

Basic chemical composition of CASIROM metallurgical silicon carbide

Agregatul de elaborare	Cuptoarele electrice				Cubiloul
Sortimentele de carbură de siliciu metalurgică	SiC—G		SiC—B		SiC—BC
	I	II	I	II	
Starea de livrare	granulară, 0—20 mm		brichete, 3—8 kg		brichete, 3—8 kg
Componența de bază, %:					
— SiC	80—86	87—93	75—81	82—88	60—70
— Si + SiO_2	3— 5	2— 4	2— 4	3— 5	4— 7
— C (liber)	3— 6	2— 3	2— 3	3—6	1— 3
— Fe_2O_3	max. 3,5	max. 3,0	max. 3,0	max. 3,0	max. 2,0
— Al_2O_3	max. 3,0	max. 3,0	max. 3,0	max. 3,0	max. 1,0
— CaO + MgO	0,5—1,5	0,5—1,5	0,5—1,5	0,5—1,5	7—12
Elementele de bază, %:					
— Si	56—61	61—65	51—57	57—62	40—50
— C	27—33	25—31	26—31	25—31	20—25

* — Brevetele nr. 101.921 și 101.922, România. Sorturile SiC—G și SiC—B pot conține cantități variabile de adaosuri active, care le măresc eficiența (Ca O, $Ca F_2$, $Na_2 CO_3$).

Pornind de la aceste considerente a fost urmărită stabilirea condițiilor industriale de utilizare a carburii de siliciu metalurgice granulare (tip SIC-G) în cuptoare cu inducție cu creuzet, cu căptușeală acidă. Au fost utilizate granulații în domeniul 0 — 80 mm, carbura de siliciu

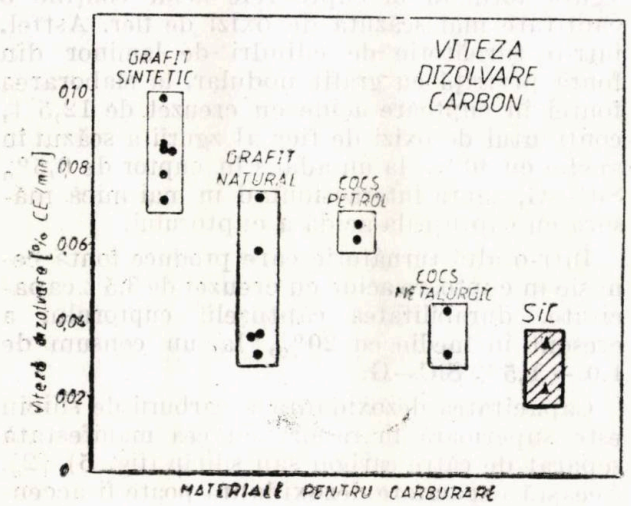


Fig. 1. Viteza de dizolvare în fontă a diferitelor materiale de carburare [13]

Fig. 1. Dissolution rate in slag of various carburizing materials [13]

metalurgică fiind introdusă în încărcătură după topire (la diferite grade de umplere a cuptorului) și în oală, în cantități reprezentînd 0,4 — 2,0% din cantitatea de fontă tratată.

În cazul unei turnătorii care utilizează cuptoare cu inducție cu creuzet cu căptușeală acidă, de 3,5 și 6,3 t capacitate (50 Hz), a fost urmărită influența granulației carburii de siliciu metalurgice și a modului de introducere în cuptor asupra asimilării siliciului.

Atît în cazul în care carbura de siliciu (SiC—G) a fost introdusă în încărcătură, cît și atunci cînd adaosul a fost realizat după topire, în condițiile în care topitura nu depășește 2/3 din înălțimea creuzetului, gradul maxim de asimilare a fost înregistrat la granulații sub 20 mm (fig. 2). Rezultate bune și stabile au fost obținute la granulații sub 10 mm, gradul de umplere a cuptorului jucînd un rol important.

Astfel, în cazul elaborării fontelor cenușii în cuptoare de 12,5 t capacitate — 50 Hz, a fost urmărită influența gradului de umplere a cuptorului, în momentul introducerii carburii de siliciu metalurgice granulare, asupra asimilării C și Si în fontă (fig. 3).

Indiferent de cantitatea de carbură de siliciu utilizată, asimilarea în fontă este realizată în cazul în care adaosul este realizat pe „călcîi", respectiv la un grad de umplere a cuptorului de 35 — 40%. În acest caz, s-a obținut gradul maxim de agitare electromagnetică a topiturii, respectiv antrenarea granulelor de SiC în topitură.

Urmărind evoluția în timp a conținuturilor de C și Si în fontă din momentul adăugării carburii de siliciu, concomitent cu evoluția zonei de fontă albă (α) pe proba pană, se poate constata necesitatea unei perioade de minimum 8—10 min, necesară pentru asimilarea integrală a carbonului și siliciului (fig. 4).

Adaosul de carbură de siliciu metalurgică în oală, la evacuarea fontei din cuptor, a dus la obținerea unor grade de asimilare a Si și C variabile (40 — 80%), direct determinate de gradul de antrenare a granulelor de SiC în fontă și granulație.

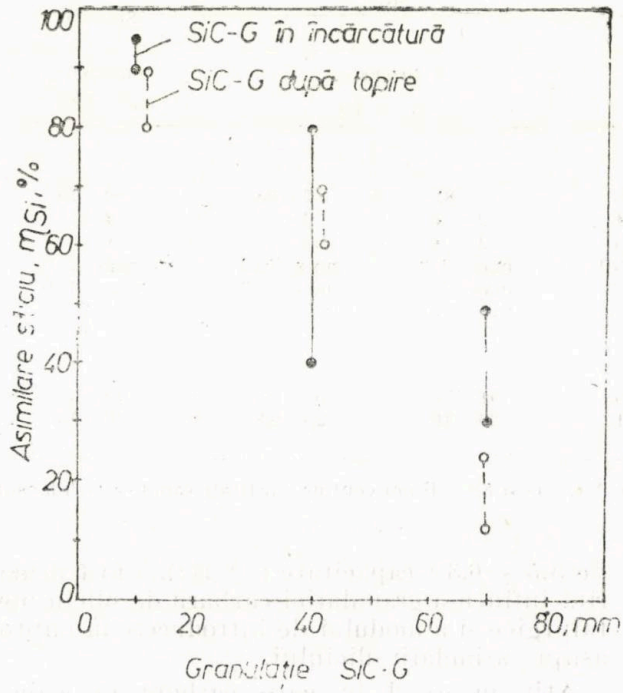


Fig. 2. Influența granulației SiC—G și a modului de aliere a fontei asupra asimilării siliciului

Fig. 2. The influence of SiC—G grain size and of the cast iron alloying method on Si assimilation

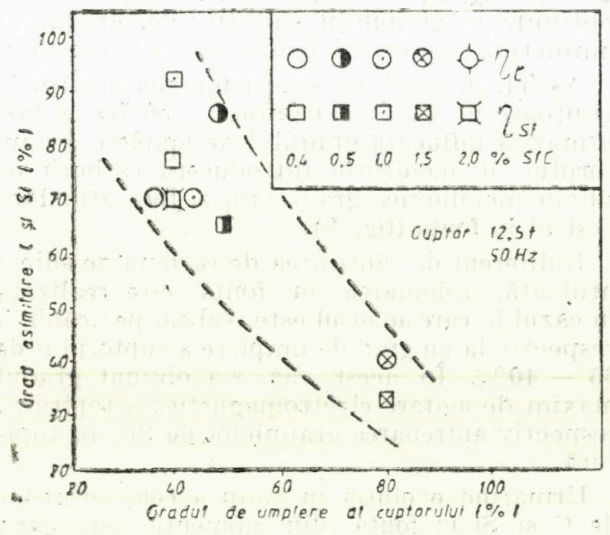


Fig. 3. Influența gradului de umplere a cuptorului cu inducție (12,5 t—50 Hz) asupra asimilării Si și C din carbura de siliciu metalurgică granulară SiC—G

Fig. 3. The influence of induction furnace filling degree on the assimilation of Si and C contained by the granular metallurgical silicon carbide SiC—G

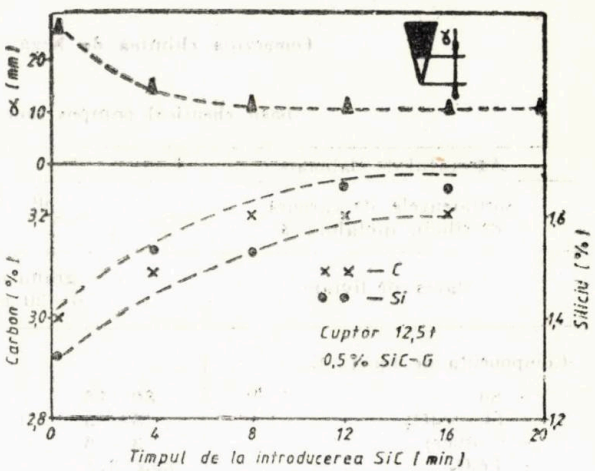


Fig. 4. Asimilarea în timp a Si și C la utilizarea în cuptorul cu inducție (12,5 t — 50 Hz) a carburii de siliciu metalurgice SiC—G

Fig. 4. The assimilation in time of Si and C when silicon carbide SiC—G is used in the 12.5 t, 50 Hz induction furnace

Acest mod de utilizare a SiC—G este recomandat numai în cazul asigurării unei agitări intense și a unei granulații scăzute (0,5 — 3 mm SiC).

Îmbunătățirea funcționării cuptoarelor cu inducție cu creuzet acid

Sub acțiunea carburii de siliciu metalurgice, zgura formată în cuptoarele acide conține o cantitate mai scăzută de oxizi de fier. Astfel, într-o turnătorie de cilindri de laminor din fontă pestriță cu grafit nodular, la elaborarea fontei în cuptoare acide cu creuzet de 12,5 t, conținutul de oxizi de fier al zgurii a scăzut în medie cu 40%, la un adaos în cuptor de 0,5% SiC—G, zgura interacționînd în mai mică măsură cu căptușeala acidă a cuptorului.

Într-o altă turnătorie care produce fontă cenușie în cuptoare acide cu creuzet de 3,5 t capacitate, durabilitatea căptușelii cuptorului a crescut în medie cu 20%, la un consum de 1,0 — 1,5% SiC—G.

Capacitatea dezoxidantă a carburii de siliciu este superioară în raport cu cea manifestată separat de către carbon sau siliciu (fig. 5) [2]. Această capacitate dezoxidantă poate fi accentuată în cazul în care în componența carburii de siliciu metalurgice sînt introduse adaosuri active, de tipul CaO, CaF_2, Na_2CO_3 etc. Aceste adaosuri contribuie la preîntîmpinarea creșterii viscozității, ca urmare a creșterii conținutului de SiO_2, care poate rezulta din reacția de dezoxidare cu SiC. Din acest motiv, sorturile de carbură de siliciu metalurgică care conțin 5 — 20% (CaO + MgO + CaF_2 + Na_2CO_3) au eficiență mărită la utilizarea în cuptoare electrice.

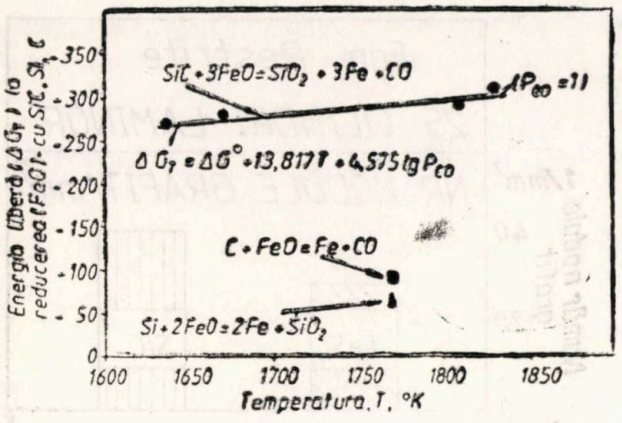


Fig. 5. Capacitatea dezoxidantă a SiC, Si şi C [2]
Fig. 5. The deoxidation capability of the SiC, Si and C[2]

Calitatea fontei cenuşii produse cu aport de carbură de siliciu metalurgică

În cazul unei turnătorii care produce preponderent lingotiere din fontă cenuşie şi cu grafit vermicular, se utilizează cuptoare cu inducţie cu creuzet de 12,5 t capacitate — 50Hz, încărcătura constînd din materiale recirculate şi spărturi de lingotiere vechi, cu grad ridicat de oxidare. Deşi aceste materiale asigură compoziţia chimică necesară, adaosurile de 0,5% SiC—G s-au dovedit a fi deosebit de utile, deoarece defectele de turnare au scăzut pînă la un nivel reprezentînd 1/5 din cel iniţial. Au scăzut, în acest mod, cheltuielile cu remanierea lingotierelor, precum şi rebutul uzinal.

Într-o turnătorie care produce fonte cenuşii pentru maşini-unelte, se utilizează în încărcătură proporţii ridicate de fier vechi al cărui grad de oxidare este, frecvent, destul de ridicat.

Încărcătura metalică constă din 10 — 25% fontă de furnal, 30% fontă veche şi materiale recirculate, precum şi 45—65% fier vechi. Ca urmare, au apărut probleme privind calitatea pieselor produse, semnalîndu-se defecte de turnare, precum şi diminuarea capacităţii de control al rezultatelor inoculării fontelor.

Utilizarea unor cantităţi de minimum 0,4% SiC—G a permis evitarea acestor defecte. Astfel de adaosuri de carbură de siliciu metalurgică (0,4 — 0,5% SiC—G) sînt utilizate, în mod special, pentru micşorarea gradului de oxidare a fontelor, chiar şi în cazul în care compoziţia chimică a fontei este corespunzătoare şi nu necesită materiale de corecţie. Creşteri cu 0,15 — — 0,25% Si şi 0,05 — 0,1% C în compoziţia acestor fonte nu afectează proprietăţile mecanice, dar se asigură, pe această cale, evitarea influenţei negative a încărcăturii oxidate.

În aceeaşi turnătorie, la producerea fontelor cenuşii cu conţinut mai ridicat de carbon 3,8 — — 4,5%), în condiţiile utilizării a peste 60% fier vechi în încărcătura metalică, carbura de siliciu metalurgică înlocuieşte integral FeSi şi parţial cocsul de petrol, ambele necesare pentru corectarea compoziţiei chimice. În aceste condiţii, conţinutul de sulf scade cu peste 40%.

Carbura de siliciu metalurgică s-a dovedit utilă şi în cazul unei turnătorii care produce piese din fontă cenuşie (Fc 250) pentru sistemul de frînare al autovehiculelor. Carbura de siliciu este utilizată pentru corectarea conţinutului de siliciu în cuptorul cu inducţie, la un sistem duplex cubilou — cuptor cu inducţie cu creuzet acid. Deşi conţinutul de carbon a crescut cu cca 0,2%, acest lucru nu a afectat rezistenţa, dar a contribuit la îmbunătăţirea prelucrabilităţii.

Într-o altă turnătorie sînt produse piese din fontă cenuşie pentu autocamioane, fonta fiind produsă în cuptoare cu inducţie cu creuzet, cu capacitatea de 3 şi 12,5 t. În cazul mai multor tipuri de piese a fost remarcată diminuarea unor defecte de turnare, îndeosebi microporozităţile, în cazul blocului motor produs din Fc 200.

Acţiunea de „premodificare" a carburii de siliciu metalurgice, introdusă în cuptorul cu inducţie, a fost evidenţiată în majoritatea turnătoriilor care utilizează acest material. Această acţiune este evidenţiată atît prin finisarea structurii fontelor, cît şi prin reducerea necesarului drinoculant sau chiar eliminarea acestuia. Rezultate bune au fost obţinute în cazul utilizării ambelor grade ale carburii de siliciu metalurgice CASIROM (I şi II, tab. 1).

Calitatea fontelor cu grafit nodular şi vermicular

Dezoxidarea fontelor în cuptorul cu inducţie şi efectul de „premodificare", manifestat şi în cazul fontelor cu grafit nodular şi vermicular, recomandă carbura de siliciu metalurgică şi în cazul acestor fonte.

În cadrul unor experimentări de laborator (cuptor cu inducţie 10 kg — 2500 Hz) au fost produse Fgn şi Fgv, încărcătura metalică fiind formată din fontă de furnal şi deşeuri de oţel. Corectarea compoziţiei chimice în cuptor a fost efectuată într-o variantă cu 1,0% FeSi 75 + + 0,5% deşeuri electrozi, iar în cealaltă variantă cu 1,6% SiC—G.

Fontele au fost supraîncălzite în cuptor la 1400°C/30 min, apoi modificate în oală cu FeSiCaMgCe şi postmodificate în oală cu 0,5% FeSi 75, obţinîndu-se Fgn şi Fgv. La ambele tipuri de fonte, utilizarea SiC—G a determinat creşterea numărului de separări de grafit (fig. 6).

În cazul unei turnătorii de cilindri de laminor, produşi din fontă cu grafit nodular pestriţă, se utilizează 0,4 — 0,5% SiC — G adăugată în cuptoarele cu inducţie cu creuzet cu căptuşeală acidă (12,5 t — 50 Hz). Modificarea fontelor are loc cu Mg metalic în oală, cu ajutorul clopo-

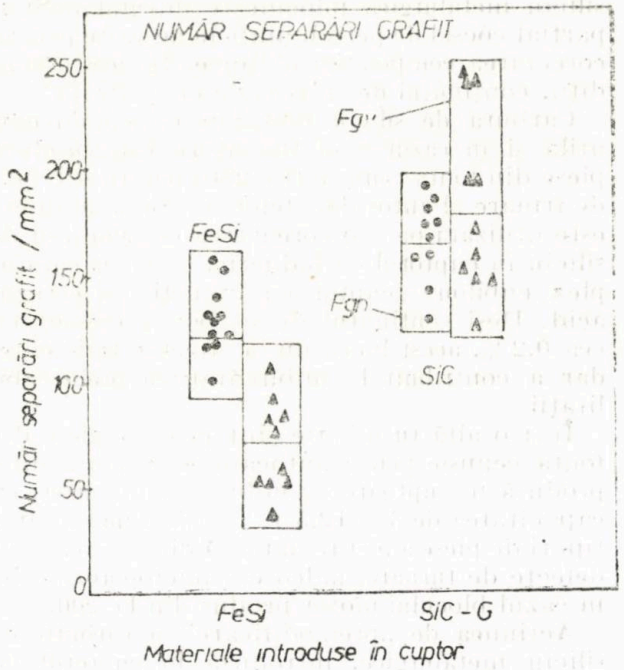


Fig. 6. Numărul de separări de grafit în cazul Fgn şi Fvg, la utilizarea FeSi şi SiC

Fig. 6. The number of graphite segregations for the case of nodular graphite cast iron and needlelike graphite cast iron when FeSi and SiC are used

tului. Sînt obţinute fonte cu grafit nodular cu următoarea compoziţie chimică: 3,2—3,4% C, 1,8—2,2%Si, 0,5 — 0,8% Mn, max. 0,2%P, max. 0.02% S, 1,5—1,9% Ni, 0,3—0,6%Cr.

Structura conţine perlită, 20—40% cementită liberă şi grafit nodular.

Înlocuirea FeSi cu SiC—G la obţinerea fontelor pentru aceşti cilindri de laminor influenţează pozitiv calitatea acestor piese (fig. 7).

Astfel, acţiunea dezoxidantă manifestată de către carbura de siliciu favorizează nu numai creşterea gradului de asimilare a magneziului, dar şi diminuarea apariţiei defectelor de tipul „petelor negre", datorate oxisulfurilor de magneziu.

Concomitent, este favorizată şi germinarea grafitului, înregistrîndu-se creşterea numărului de noduli de grafit şi micşorarea dimensiunilor acestora, ceea ce influenţează pozitiv proprietăţile şi comportarea în exploatare a cilindrilor de laminor.

Este remarcată, de asemenea, creşterea gradului de compactitate a nodulilor de grafit.

Aceleaşi acţiuni principale, respectiv dezoxidarea fontei şi intensificarea germinării grafitului, au recomandat utilizarea carburii de siliciu metalurgice şi la producerea altor tipuri de piese din fontă de înaltă performanţă: tuburi de presiune din fontă cu grafit nodular turnate centrifugal; piese din fontă cu grafit nodular bainitică; piese din fontă cu grafit

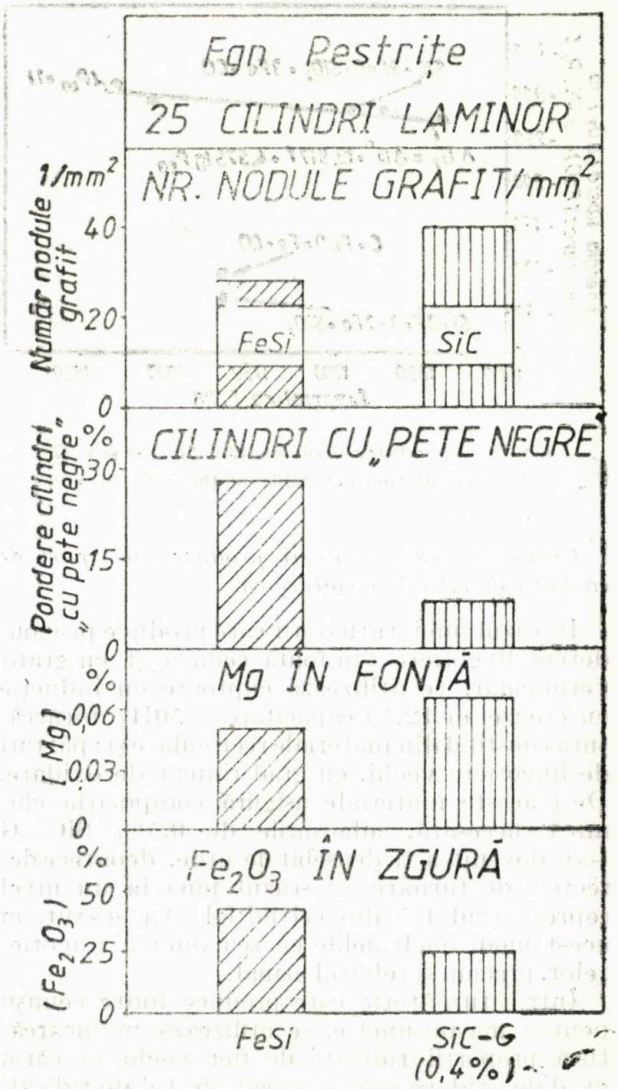


Fig. 7. Calitatea cilindrilor de laminor turnaţi din Fgn pestriţă

Fig. 7. The quality of the rolls cast in mottled nodular cast iron

nodular antifricţiune; lingotiere din fontă cu grafit vermicular etc. În aceste turnătorii se utilizează 0,4 — 2% SiC—G, în funcţie de necesitatea corectării compoziţiei chimice a fontei. În cazul în care nu apare necesitatea corectării compoziţiei chimice a fontei se utilizează, totuşi, 0,4 — 0,5% SiC—G pentru efectele evidenţiate anterior.

În cazul Fgn şi Fgv se recomandă utilizarea carburii de siliciu metalurgice de gradul II (tab. 1), cu conţinut mai ridicat de SiC, respectiv mai scăzut de SiO_2.

Utilizarea SiC în cubilou

La realizarea sortului CASIROM—SiC—BC (tab. 1), destinat special pentru cubilou, s-a urmărit îmbunătăţirea atît a calităţii fontelor produse în cubilou, cît şi a funcţionării acestuia.

S-au obținut rezultate bune la utilizarea acestui sortiment de carbură de siliciu metalurgică, atît în cazul cubiloului cu aer cald, cît și în cazul celui cu aer rece, la producerea fontei cenușii cu utilizări diverse : lingotiere și poduri de turnare, în condițiile unei încărcături metalice cu grad ridicat de oxidare ; piese cu pereți subțiri, supuse emailării ; radiatoare ; diverse piese din fontă cenușie, cu caracteristici mecanice ridicate, din componența utilajului metalurgic ; industria navală ; autovehicule și tractoare etc.

Utilizarea brichetelor SiC—BC în încărcătura cubiloului (0,5 ÷ 4% din încărcătura metalică) are efecte diverse, succint prezentate în continuare.

Alierea cu Si și C a fontei

Este realizată o aliere cu siliciu a fontei cu un grad de asimilare a siliciului de ordinul a 70 — 90%, deci mai ridicat decît în cazul utilizării FeSi.

Urmărind asimilarea siliciului în cubilourile acide cu aer rece din mai multe turnătorii, la utilizarea FeSi și a brichetelor SiC—BC, s-a remarcat nu numai gradul ridicat de asimilare dar și posibilitatea controlului conținutului de siliciu din fontele produse, la înlocuirea FeSi cu brichete SiC—BC (fig. 8).

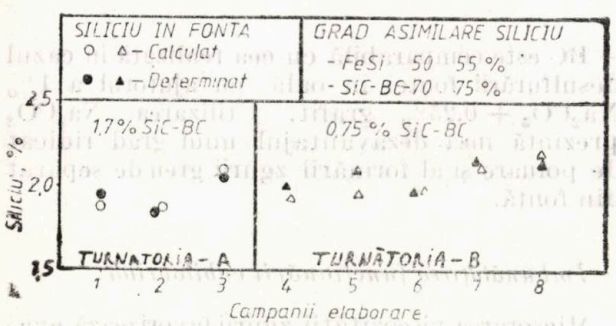


Fig. 8. Asimilarea siliciului în cubiloul acid, la utilizarea brichetelor SiC—BC

Fig. 8. Silicon assimilation in acid cupola when SiC—BC briquettes are used

Conținutul de carbon al fontei crește atît prin asimilarea carbonului din carbura de siliciu metalurgică, cît și datorită intensificării procesului de carburare în patul de cocs. Zgura devine mai activă, preluînd în mai mare măsură cenușa cocsului, ceea ce favorizează carburarea fontei.

O parte din SiC este consumată în procesul de dezoxidare a fontei și zgurii, influențînd favorabil funcționarea cubiloului (arderea manganului scade cu 30 — 50%).

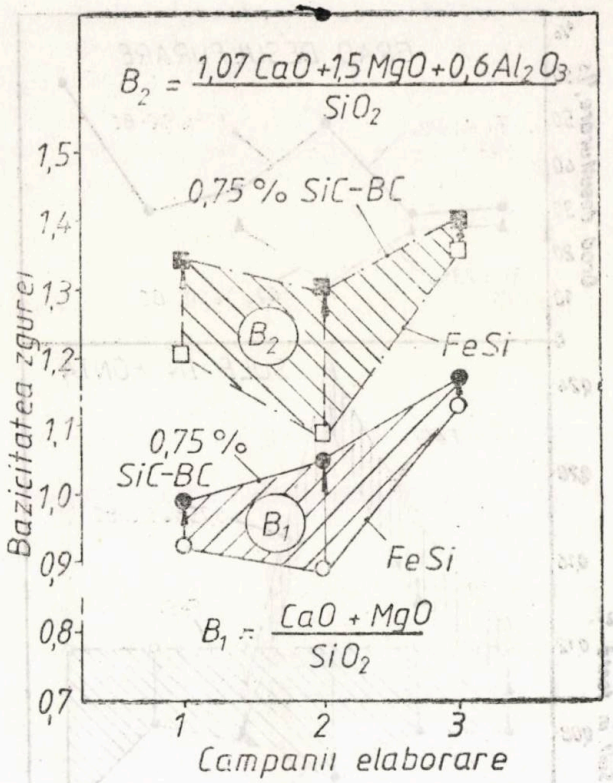


Fig. 9. Bazicitatea zgurii cubiloului acid la înlocuirea FeSi cu SiC—BC

Fig. 9. Slag basicity in the acid cupola when FeSi is replaced with SiC—BC

Micșorarea conținutului de sulf al fontei

Brichetele speciale de carbură de siliciu metalurgică tip CASIROM—SiC—BC acționează asupra desulfurării fontei în cubilou, atît indirect (prin reducerea oxizilor de fier), cît și direct, prin aportul propriu de CaO.

Reacția generală de desulfurare devine :

$$(CaO) + [FeS] = (CaS) + (FeO)$$
$$(FeO) + (SiC) = [Fe] + [Si] + \{CO\}$$
$$(CaO) + [FeS] + (SiC) = (CaS) + [Fe] + [Si] + \{CO\}$$

Conținutul de oxid de fier din zgură scade, iar cel de oxid de calciu crește zgura prezentînd un indice de bazicitate mai ridicat (fig. 9) și o viscozitate mai redusă. Deși are o bazicitate mai ridicată, zgura nu a devenit mai reactivă față de căptușeala acidă a cubiloului, ca urmare a conținutului mai scăzut de oxizi de fier.

În aceste condiții, se intensifică participarea zgurii la procesul de desulfurare a fontei în cubiloul acid. Gradul de desulfurare a fontei crește o dată cu mărirea adaosului de brichete de carbură de siliciu metalurgică. Astfel, s-a

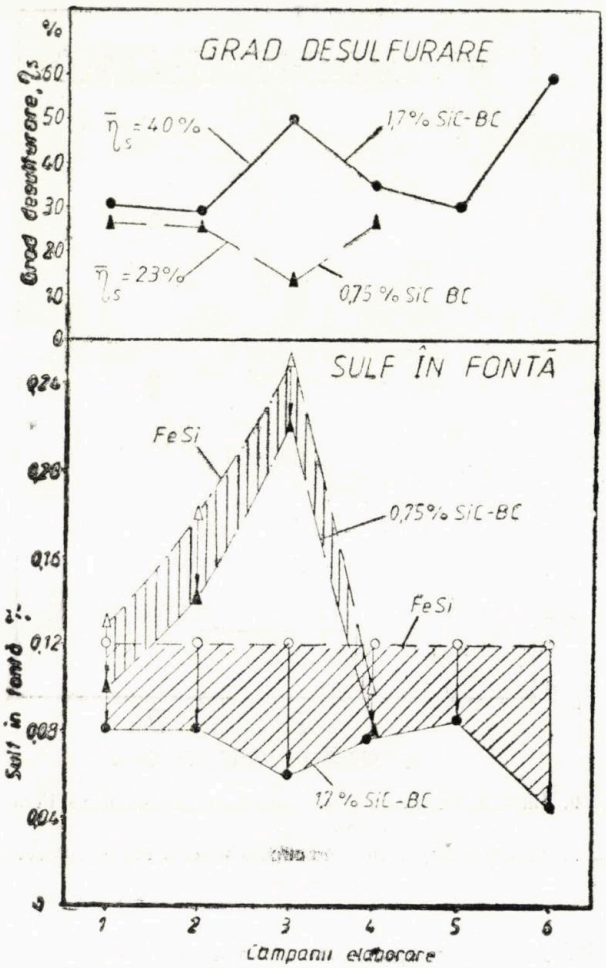


Fig. 10. Desulfurarea fontei în cubiloul acid, sub acțiunea brichetelor SiC—BC

Fig. 10. Slag desulphurisation in the cupola with SiC—BC briquettes

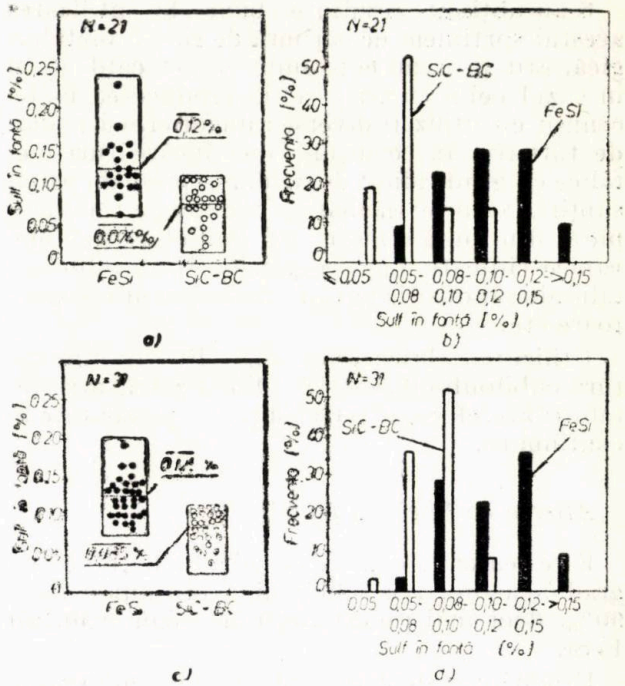


Fig. 11. Distribuția sulfului în fonta produsă în cubilourile acide la înlocuirea FeSi cu brichete SiC — BC (2% SiC — — BC): *a*, *b*, — D = 600 mm; *c*, *d* — D = 800 mm; *N* — numărul campaniilor de elaborare urmărite

Fig. 11. Sulphur distribution in the cast iron made in acid cupolas when FeSi is replaced by SiC— BC briquettes (2% SiC — BC) *a*, *b*, — D = 600 mm; *c*, *d* — D = 800 mm; N — the number of monitored iron making campaigns

obținut un grad de desulfurare medie de 23% la un consum de 0,75% SiC—BC și de 40% la un consum de 1,7% SiC—BC (fig. 10).

Înlocuind FeSi cu brichete SiC—BC, în vederea alierii cu siliciu a fontei în cubilourile acide, s-a remarcat o schimbare și în ceea ce privește distribuția sulfului, evidențiindu-se o deplasare evidentă spre conținuturi mai scăzute de sulf (fig. 11).

În condițiile utilizării cocsului de calitate mai scăzută, respectiv granulație mică (dk = 40 — — 100 mm) și un conținut ridicat de sulf (S_K = 1,0 — 1,3%), a fost posibilă obținerea unor conținuturi de sulf în fontă la valori sub 0,08% în 72% din cazuri și de maximum 0,1% în 90% din cazuri la utilizarea brichetelor CASIROM—SiC—BC (în cazul utilizării FeSi doar 3% din fonte au sub 0,08% S și numai 32% pînă la 0,1% S).

Desulfurarea fontei în cubilourile acide (η_s = = 30 — 60%) sub acțiunea brichetelor SiC—BC este comparabilă cu cea realizată în cazul desulfurării fontei în oală, cu ajutorul a 1% Na_2CO_3 + 0,25% grafit. Utilizarea Na_2CO_3 prezintă însă dezavantajul unui grad ridicat de poluare și al formării zgurii greu de separat din fontă.

Îmbunătățirea funcționării cubilourilor

Micșorarea viscozității zgurii favorizează evacuarea mai ușoară a acesteia, fapt remarcat îndeosebi la cubilourile cu aer rece.

Astfel, în cazul unei turnătorii de lingotiere, care utilizează în încărcătura metalică proporții mari de fontă veche oxidată (spărturi de lingotieră) au fost evidențiate separarea și eliminarea în condiții mai bune a zgurii, frecvența opririlor accidentale a cubilourilor scăzînd de cinci ori.

Sub acțiunea brichetelor de carbură de siliciu, zgura preia mai intens cenușa cocsului, ceea ce favorizează arderea acestuia.

De asemenea, se diminuează frecvența blocării gurilor de aer de către zgură, problemă deosebită în cazul cubilourilor cu aer rece.

Îmbunătățirea calității fontelor cenușii produse în cubilou

Mărirea fluidității fontei și separarea mai ușoară a zgurii, micșorarea gradului de oxidare și a conținutului de sulf al fontei contribuie la îmbunătățirea calității pieselor turnate.

În cazul mai multor turnătorii care produc în cubilou fonte cenușii pentru lingotiere, industria navală, piese pentru autovehicule, s-a remarcat diminuarea unor defecte de turnare, precum și a celor superficiale (porozitatea, incluziunile).

Acțiunea de premodificare a fontei manifestată de către carbura de siliciu introdusă în cubilou a determinat micșorarea sensibilității fontelor la formarea carburilor. Astfel, la turnarea unor piese pentru construcția de mașini, utilizarea în cubilou a 1,7% SiC—BC în locul FeSi a dus la eliminarea necesității modificării ulterioare cu FeSi. În cazul unei alte turnătorii, care produce din fontă cenușie piese cu pereți subțiri (3 — 8 mm), consumul de modificator a fost redus cu cca 60%.

În cazul mai multor turnătorii care produc piese emailate cu pereți subțiri (sub 10 mm) din fontă cenușie, utilizarea carburii de siliciu în locul FeSi a permis micșorarea în mare măsură a rebutului, îndeosebi prin micșorarea conținutului de sulf și a ponderii defectelor superficiale.

Utilizarea în cubilou a brichetelor SiC—BC a permis utilizarea în încărcătura cubiloului a fontei albe de furnal (fonta de afinare) (mai accesibilă și cu cost mai scăzut), asigurîndu-se nu numai corectarea siliciului în bune condiții, dar și preîntîmpinarea apariției efectelor specifice utilizării fontei de afinare : tendință ridicată la formarea carburilor, apariția grafitului interdendritic, sensibilitatea la fisurare etc.

Aportul în carbon, precum și contribuția la intensificarea carburării fontei în patul de cocs, sub influența SiC—BC, favorizează creșterea ponderii deșeurilor de oțel în încărcătura cubiloului (cu 10 — 30% la cubiloul cu aer rece). Acest lucru duce nu numai la reducerea costului, dar și la îmbunătățirea calității fontei, fără apariția carburilor.

Concluzii

Carbura de siliciu metalurgică din sorturile CASIROM este utilă la elaborarea fontelor atît în cuptoarele cu inducție, cît și în cubilou, îndeosebi în cazul în care conțin o serie de adaosuri active (CaO, CaF_2, Na_2CO_3).

Prezența acestor adaosuri cu acțiune fondantă permite valorificarea unor sorturi cu conținut mai scăzut de carbură de siliciu (75 — 85% SiC) la elaborarea fontelor cenușii.

Adaosuri de 0,4 — 0,5% carbură de siliciu metalurgică granulară (SiC—G) în cuptorul cu inducție acid determină mărirea durabilității căptușelii cuptorului, îmbunătățirea calității fontelor și diminuarea ponderii unor defecte de turnare.

O acțiune deosebită manifestă carbura de siliciu metalurgică și la obținerea Fgn și Fgv, ca urmare a acțiunii dezoxidante și de premodificare a fontei.

Brichetele speciale SiC—BC prezintă o asimilare bună în cubilou, contribuind nu numai la alierea cu siliciu și carbon a fontei, ci și la intensificarea carburării și mai ales a desulfurării fontei ($\eta_S = 30 - 60\%$). Se realizează, de asemenea, o îmbunătățire a funcționării cubilourilor (îndeosebi cu aer rece) și a calității pieselor turnate din fontă.

BIBLIOGRFIE

[1] Benecke, T. *Metallugisches Siliciumcarbid im Elektro — und Kupolofen*, In : Giesserei 68 1981, 12, p. 344—349.

[2] Sumihin, V. S., A. K. Bileţkii. *Fizikohimiceskie professi elektroplavki ciuguna*. Kiev, Naukova Dumka, 1989.

[3] Caspers, K. H. *Zum Einfluss von Stahlschrott und Gattierungszusätzen im Induktionsofen auf die Fehlerneigung von Gusseisen*. In : Giesserei 1975, 8, p. 186—189.

[4] Caspers, K. H. *Über die Zusammenhang wichtiger Gebrachseigenschaften von Gusseisen — Motorenteilen mit den Erschmelzungsbedingungen im Netzfrequenz-Tiegelofen*. In : Giesserei 1979, 7, p. 187—191.

[5] Caspers, K. H. *Neue Mölichkeiten zur Erhöhung der Betribssiherheit bei Netzfrequenz-Tiegelöfen*. In : Giesserei 1987, 19, p. 571—575.

[6] Ripoşan, I., Petruş, I., Pintea, V. *Eficienţa şi condiţiile de utilizare a carburii de siliciu metalurgice la elaborarea fontelor*. In : Metalurgia, România, 1989, 9, p. 35—40.

[7] Schubert, W. D., Ta, A. T. Kahr, G. Benecke, T. Lux, B. *Influence of SiC Additions on the Microstructure of Gray Cast Iron*. Mat. Res. Soc. Symp. Proceedings, Vol. 34 1985. The Physical Metallurgy of Cast Iron. (SCI — 3), p. 89—98.

[8] Gaspers, K. N. *Zum Qualitätsbewrissten schmelzen von Gusseisen*. In : Giesserei 1986, 25/26, p. 739—741.

[9] Venkateswaren, S., *Influence of SiC und FeSi Addition on the Microstructure, Cooling Curve and Shrinkage Porosity of Ductile Iron*. The Physical Metallurgy of Cast Iron — IV, Material Research Society, 1990, p. 171—178.

[10] Dahlmann, A. *Jahresübersicht Kupolofen*. In : Giesserei 1982, 12, p. 345—351.

[11] Kim, V. A., ş. a. *Primenenie SiC pri plavka ciuguna*. In : Liteinoe Proizvodstvo 1978, 2, p. 9—10.

[12] Ripoşan, I. şi M. Chişamera. *Desulfurarea fontei în cubiloul acid sub acţiunea brichetelor speciale de carbură de siliciu metalurgică*. In : Metalurgia, România 1990, 7, p. 357—363.

[13] Loper, C. R., S. Shirvani, H. Witter — *Graphite Inoculats for Gray Cast Iron*. Mat. Res. Soc. Symp. Proceedings, vol. 34 1895, The Physical Metallurgy of Cast Iron (SCI — 3), p. 89—98.

REAL S.A. PLEAȘA

Str. Industriei nr. 1
2038 Bucov — Ploiești
Telefon: 097/1 24.160—124.500
Telex: 19292
Fax: 097145 501

Obiectul de activitate:

produse refractare fasonate şl nefasonate aluminoase, mulitice, mulito-corindonice şi corindonice;

cimenturi refractare superaluminoase;

creuzete din grafit pentru metalurgia neferoasă;

produse zirconice speciale;
şamote refractare silico-aluminoase;

produse refractare carborundice.

Scope of activity:

shaped and unshaped refractories, based on: aluminium, mullite, mullite-corrundum and corrundum

refractory superaluminuous cements;

graphite crucibles for non-ferrous metallurgy;

special zirconium products;

silico-aluminuous refractory chamottes;

refractory carborundum products.

REAL

OBSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1955

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

COMBINATUL SIDERURGIC

SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiştilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX
SIDEX

(250, 00) lei

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi and Cîmpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str. Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon: 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi şi Cîmpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru materal rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal!

E 3280

METALURGIA

Nr.11-12/92

metalexportimport

Bucharest — ROMANIA. 21—25 Mendeleev st.
Tel. 59 68 25. Telex: 115 15 metal r
Fax: 507 923

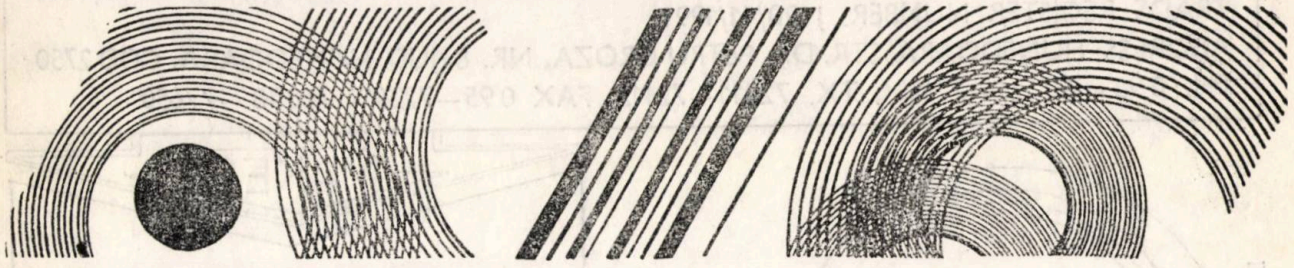
A world traditional partner well-known on the world steel market is offering you succesfull business with metallurgical products:

- **flat products;**
- **hot rolled steel profiles;**
- **steel wire and wire products;**
- **reinforcing steel and wire rod seamless and welded tubes;**
- **aluminium ingots and aluminium products.**

Make us your partner for success!

METALEXPORTIMPORT S.A. ROMÂNIA

INDUSTRIA SIRMEI S.A.
CÎMPIA TURZII ROMÂNIA



NUMBER ONE IN ROMANIA

Offers:

- ROLLED WIRE AND SECTIONS
- DRAWN BARS
- ELECTRIC CABLES
- NAILS
- PULL ROPES
- FORGINGS
- CARBON STEEL AND ALLOY STEEL DRAWN WIRE
- NON-FERROUS ALLOY DRAWN WIRE
- WIRE AND STRANDS FOR REINFORCEMENT
- STAINLESS STEEL AND RESISTANT ALLOY DRAWN WIRE
- WELDING WIRE, ELECTRODES AND FLUXES
- BARBED WIRE
- WIRE NETS
- SINTERED PARTS OF METAL CARBIDES

NUMARUL UNU IN ROMANIA

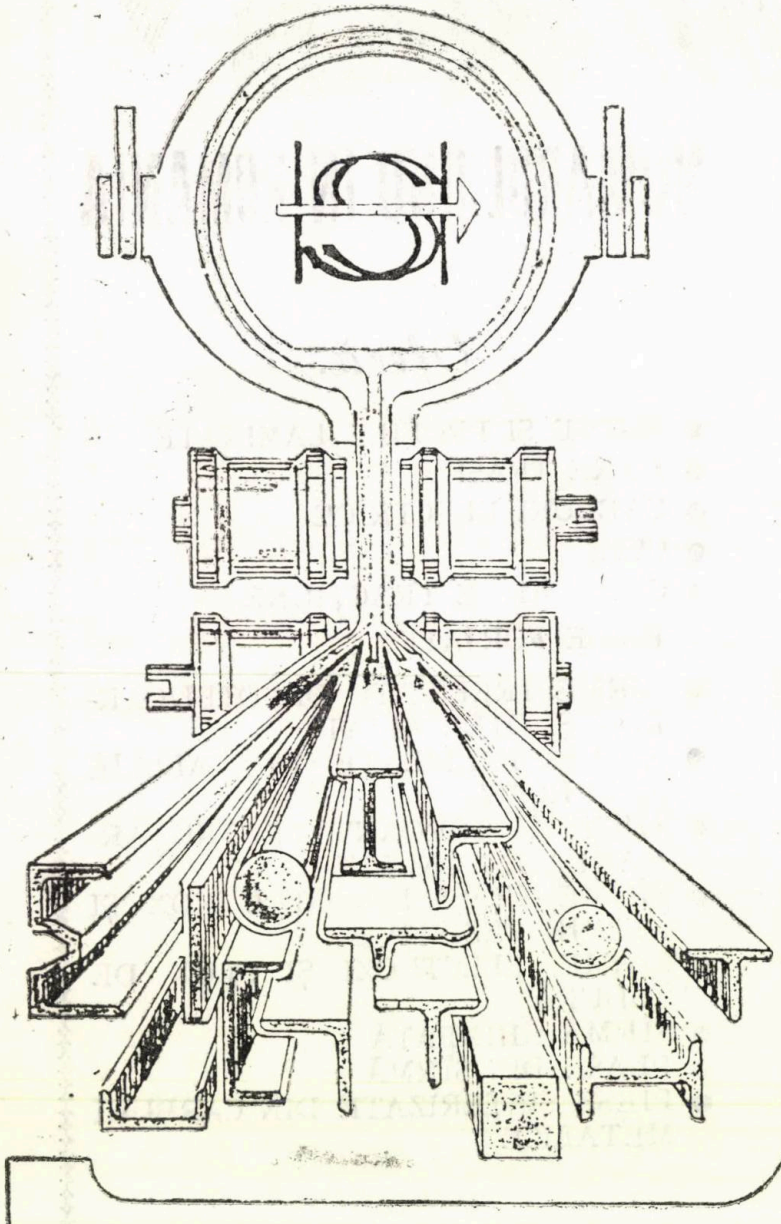
Oferă:

- SÎRME ŞI PROFILE LAMINATE
- BARE TRASE
- CABLURI ELECTRICE
- CUIE
- CABLURI DE TRACŢIUNE
- PIESE FORJATE
- SÎRME TREFILATE DIN OŢEL CARBON ŞI OŢEL ALIAT
- SÎRME TREFILATE DIN ALIAJE NEFEROASE
- SÎRME ŞI TOROANE PENTRU ARMAREA BETONULUI
- SÎRME TRASE DIN OŢEL INOX ŞI ALIAJE REZISTIVE
- SÎRME, ELECTROZI ŞI FLUX DE SUDURĂ
- SÎRMĂ GHIMPATĂ
- PLASE DIN SÎRMĂ
- PIESE SINTERIZATE DIN CARBURI METALICE

Your orders can be sent on our address: Industria Sirmei S.A., Str. Laminoriştilor nr. 45 Cîmpia Turzii 3351 — România. Telefon 095/368150, Telex 312812. Fax 095/367460

SIDERURGICA S.A.

TRADE REGISTER NUMBER: J 20/41/1991
ADDRESS: HUNEDOARA, STR. DR. PETRU GROZA, NR. 8, JUD. HUNEDOARA, COD 2750
PH. 095 – 716121 – 716131; TX. 72411 – 72412; FAX 095 – 72266 – 76008 – 77650



MAKES

- CONCRETE IRON (OB 37-type, to STAS 438/1-89); Ø6 – 40 mm in ST 37-2 steel grade (DIN 17100/80).
- REINFORCING BARS (PC 52 and PC 60 types, to STAS 438/1-89), Ø10 – 40 mm in 40 and 60 steel grades (ASTM A 615/80).
- WIRE ROD, Ø6 mm (DIN 1013/63 I) and Ø8 – 12 mm (DIN 59100/62) in general use, construction steel grades (ST 37-2, ., ST 52-3, DIN 1710080), commercial and non-alloyed steel (D 9-1, .., DN 12-2, DIN 17140/62).
- ROUND STEEL BARS, Ø14 – 180 mm (DIN 1013/76 I) in general use, construction steel grades (ST 37-2, .., ST 60-2, DIN 17100/80) hardening and tempering steel grades (C 22, CK 60, DIN 17200/84) and case hardening steel grades (C 10, .., CK 15, DIN 17210/80),
- SQUARE BAR STEEL with 40 – 70 mm sides (DIN 1017/78 I, para. 4).
- T-SECTIONS with equal wings, rounded edges and 30 – 50 mm height, to DIN 1024/82 in general use, construction steel (ST 37-2, . .., ST 52-3, DIN 17100/80).
- FLAT ROLLED STEEL, between 20 × 5 and 150 × 30 mm, to DIN 1017/67 I, para. 4.
- I-BEAMS (NARROW), 65 – 240 mm high, to DIN 1026/63, para. 7.
- U-BEAMS with rounded edges, 65 – 240 mm high, to DIN 1026/63, para. 7.
- **ROUND EDGE EQUAL ANGLES STEEL with wings betweed 20 and 100 mm, to DIN 1028/76, para. 7.**

METALURGIA

REVISTĂ EDITATĂ DE „SIDEROM" S. A.

11—12 NOIEMBRIE DECEMBRIE 1992

ORSZÁGOS MUSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

colegiul de redacţie

(în ordine alfabetică)

VICTOR BERTALAN, MARIN BIVOLARU, GHEORGHE BUJGOI, ION CHIOSE, TOADER DUMITRACHE, ALEXANDRU FLOREA, EMIL FLORIAN, LADISLAU FRUMOSU, OCTAVIAN GRĂMADĂ, RADU HANGA, GHEORGHE LEPĂDATU, ŞTEFAN MĂRGINEANU, VIOREL MUNTEANU, PETRE NEDELESCU, ALEXANDRU ORZAŢĂ, VASILE PARPALĂ, NICOLAE PÎRVAN, ION PRISECARU, GELU CONSTANTIN RADU, BUJOR ROŞCA, SILVIU SAMOILESCU, EUGEN SANDU, IOAN FLORENTIN SANDU, COSTIN SCORŢEA, LAURENTIE SOFRONI, HORAŢIU VODĂ, LAURENŢIU ZAMFIR

sumar

Georgeta, Predeanu, Cornelia Panaitescu, Silviu Pasăre : **Estimarea prin calcul a rezistenţei mecanice a cocsului metalurgic la U.C.C.—SIDERCA, Călăraşi** 5

P. Moldovan, Mihaela Pană : **Evoluţia şi starea actuală a diagramelor de echilibru pentru aliajele de aluminiu cu conţinut de litiu** 14

D. Anghelina, M. Benţa, Ileana Anghelina : **Noi realizări în determinarea rapidă a compoziţiei chimice a topiturilor feroase** 18

Doina Răducanu : **Metode matematice de analiză a texturii. I. Funcţia de distribuţie a orientării cristalografice** 21

O. Peşteanu, I. Popescu : **Jgheaburi electromagnetice pentru transportul şi dozarea metalelor topite** . 24

C. Mihăilescu : **Aprecieri asupra fenomenelor de transport în zona bifazică în timpul solidificării materialelor compozite turnate centrifugal** 28

P. Gaşpar : **Consideraţii privind mărirea semifabricatului de pornire pentru laminarea sîrmei** 33

V. Bulancea, I. Alexandru, D. Bulancea : **Microstructura fină a oţelului rapid Rp 10, tratat termic la temperaturi joase** 38

O. Pleter, Rowana Pleter : **Consideraţii asupra încălzirii electrice rezistive a conductorilor metalici** 42

Revista Revistelor 13, 17, 27, 41

Evenimente Internaţionale 50

Redactor responsabil: prof. dr. ing. L. SOFRONI
Şef CIDMET: ing. Brânduşa Florentina Scorţea
Redactor: DIANA BOGDAN
Traducere: ing. Sabin Florea
Stilizare: Ioana Kuglay
Corectură: Rodica Roşu

Redacţia şi administraţia: Bucureşti, str. Mendeleev, nr. 21—25, sector 1, cod 70 168; telefon 659 49 90. Instituţiile pot achita abonamentele în contul nostru de virament nr. 30 15 20 201 BCR-SMB. Costul unui abonament: lei 3 000 anual. Costul unui exemplar: lei 250.

Tiparul: S. C. „UNIVERSUL" S. A. str. Brezoianu nr. 23—25 ● Bucureşti c. 3696

contents

DC : 669.162.16

Georgeta Predeanu, Cornelia Panaitescu and S. Pasăre : **Coke strength estimation at the „SIDERCA" cokemaking plant, Călărași**

The authors present the investigations and experiments carried out for local development of an important practical aspect of carbopetrography in cokemaking. This refers to predicted calculation of coke strength using petrographic evaluations for complex charges and their constituents.

A correlation is also made between the petrographic rank and composition features of the charge and coke microstructure.

Metalurgia 44 (1992), no. 11—12, p. 5—13

DC : 669.771(084.2)

Moldovan P. and *Mihaela, Pană :* **Evolution and present of Li-containing Al-alloys phase diagrams**

The paper presents the evolution of Al—Li and Al—Li—X phase diagrams of major importance in superlight metal materials, used particularly in the aerospace industry.

Highlighted was the fact that for a Li content exceeding 1 %, the $\delta'(Al_3Li)$ compound occurs as a homogeneous precipitate. The presence of T_1 and s phases in the Al—Li—Mg and Al—Li—Cu ternary aloys, together with the δ', wich nucleates in the subgrain boundaries is important in the (ageing) heat treatment process.

Metalurgia 44 (1992), no. 11—12, p. 14—17

DC : 669.16/18.66.014

Anghelina, D. Benţa, M. Ileana Anghelina : **New developments in quick evaluation of iron melt chemical analasis**

The paper refers to the quick determination of the chemical composition of metal bath in the steelmaking process.

The authors present the principle of LIESA-method, used for control of steelmaking process in the AOD-converter, beside the making evident of main metalurgical results and technico-economical advantages.

Metalurgia 44 (1992), no. 11—12 p. 18—20

DC : 621.785

Răducanu, Doina : **Mathematical methods of texture analysis. Crystal orientation distribution**

Th author presents the algorithm for crystal orientation distribution as means of advanced processing of experimental results on pole figures.

Metalurgia 44 (1992), no. 11—12, p. 21—23

DC : 621.313.5

Peşteanu, O., Popescu, I. : **Electromagnetic troughs for transport and dosing of molten metals**

The authors present the construction of the first Romanian electromagnetic troughs, for which electromagnetic and hydraulic calculation formulae are established.

Metalurgia 44 (1992), nr. 11—12, p. 24—27

DC : 621.74.042

C. Mihăilescu : **Assessment of transport phenomena in the 2-phase area during centrifugal casting of composite materials**

The paper studies questions related to the behaviour of metal matrix composite materials with SiC hardening particles during solidification, especially in the 2-phase area.

The basic relations for a mathematical model of mass and energy transfer are given for an elementary cell consisting of discussed solid phases (metal matrix and hardening particles) and liquid phase. The influence of the particles on specific nucleation and growth phenomena for the analysed volume element are given and mathematical relations are suggested to model these influences in the more general context of complex transport phenomena for composite materials compared with traditional alloys.

The paper is considered a first step in development of an extended mathematical model related to the complex of thermal, kinetic, nucleation, growth and diffusion phenomena for cast composites. Thus, the questions related to the evolution of the solid-liquid interface relative area are first approached and then the „stranger" solid phase (hardening particles) transfer at the boundary and into the 2-phase area is studied.

Metalurgia 44 (1992), no. 11—12, p. 28—32

DC : 621.771. 25

Gaşpar, P. : **Considerations on the increase of start blanks for wire rolling**

Successful experiments with increased cross-section blanks for wire rolling led the author to the conclusion that by replacing present blanks, having 80×80 mm² cross-sections, with blanks of 100×100 mm² cross-sections, considerable advantages can be obtained: higher productivity, lower material consumption, easier and cheaper handling of wire coils. The changes in rolling equipment are minor and are mainly related to gauging.

Metalurgia 44 (1992), no. 11—12, p. 33—37

D.C. : 621.785 : 660.14.018.252.3

Bulancea, V., Alexandru, I, Bulancea, D. : **The fine microstructure of the cryogenic treated, Rp 10 rapid steel**

The cryogenic treatment of Rp 10 rapid steel can raise its hardness by secondary quenching, through a pronounced transformation of the residual austenite and by formation of uniformly distributed fine precipitation.

Metalurgia 44 (1992), no. 11—12, p. 38—41

D.C. : 621.315.5

Pleter, O. and Pleter, Rowana : **Considerations on electric resistive heating of metal conductors**

Round and flat wire and strip conductors laid in a horizontal position in still air, can be kept at a constant temperature, Tr, by feeding them with an adequate electric power, P.

The calculation of the electric charge, needed for isothermal resistive heating, is of particular practical importance for :

— continuous resistive heating for drawing or hot rolling ;

— evaluation of resistivity variations with the temperature ;

— the influence of wire winding on feeding current ;

— calculation of resistor element heating temperature ;

The experiments start from the equality between radiation and free convection lost heat flows, q, and the specific electric feeding surface charge of the resistor, p.

The results can be used for tables or computer applications.

Metalurgia 44 (1992), no. 11—12, p. 42—49

contents

ESTIMAREA PRIN CALCUL A REZISTENȚEI MECANICE A COCSULUI METALURGIC LA U.C.C.-SIDERCA-CĂLĂRAȘI

Ing. GEORGETA PREDEANU
ICEM — S.A.
Prof. dr. ing. CORNELIA PANAITESCU
Institutul Politehnic București
Ing. S. PASĂRE
U.C.C.-SIDERCA -CĂLĂRAȘI

C.Z. 669.162.16

INTRODUCERE

Valorificarea cercetărilor petrografice în practica industrială a cocseriilor, sub aspectul determinării prealabile a rezistenței cocsului produs din cărbuni individuali și mai ales din amestecuri de șarjă, s-a dezvoltat cu prioritate în deceniul al șaptelea al secolului nostru în majoritatea țărilor cu industrie cocsochimică dezvoltată. În prezent, aproape toate aceste țări posedă cîte o metodă, mai mult sau mai puțin originală dar convenabilă, pentru antecalculul rezistenței cocsului din datele determinărilor petrografice efectuate în laborator pentru cărbuni și șarje.

Acest aspect de aplicație practică a carbopetrografiei are avantajul de a înlesni calculul rapid al rezistenței cocsului ce se va produce dintr-un anumit amestec de cărbuni. Se evită astfel lucrările extinse de experimentare în cuptoarele de cocsificare industriale sau pilot a noilor rețete de șarje, determinările petrografice putîndu-se efectua pe probe medii mici, care se utilizează la analizele curente din laboratoarele cocseriilor [1]—[3].

Scopul prezentei lucrări constă în stabilirea posibilității de aplicare a acestor metode în cazul șarjelor utilizate la Călărași, pentru care pînă în prezent nu există date concrete.

De asemenea, lucrarea prezintă influența rangului și caracteristicilor petrografice ale șarjei asupra structurii cocsului, care determină rezistența lui mecanică.

CONSIDERAȚII TEORETICE

Metodele cele mai cunoscute și utilizate, care se aplică la șarjele încărcate în vrac, pot fi grupate în două categorii principale, și anume :

— metode în care calitatea cocsului este exprimată direct din datele determinărilor analizelor petrografice :

- Ammosov și Eremin (1957 — U.R.S.S.)
- Shapiro, Gray și Eusner (1961 — S.U.A.)
- Thompson și Benedict (1968 — S.U.A.)
- Moses M. (1976 — Bituminous Coal Research)
- Steyn și Smith (1977 — Africa de Sud)
- Ghose și Chandhuri (1979 — India)
- Koba K. (1980 — Japonia)
- Sakawa și Yamaguchi (1987 — Japonia)

— metode bazate pe relațiile dintre caracteristicile petrografice și însușirile cărbunilor, determinate prin procedee clasice :

- Simonis și Mackovski (1969 — Germania)
- Koba K. (1980 — Japonia)
- Sirgado și Verduras (Ensidesa — Spania)

În lucrările pentru antecalculul rezistenței cocsului, carbopetrografii pleacă de la constatarea că rangul și compoziția petrografică a cărbunilor determină, în condiții standard de pregătire și cocsificare, calitatea cocsului produs.

Metodele din prima categorie sînt cele mai simple și larg utilizate. Concepția acestora, inițiată de Ammosov pentru cărbunii ruseși, dezvoltată și adaptată pentru S.U.A. de Shapiro, Gray și Eusner, se bazează pe comportarea la cocsificare a componenților petrografici reactivi și inerți, identificați prin determinarea compoziției macerale a cărbunilor constituenți și a șarjei, în funcție de rangul acestora, stabilit prin măsurătorile de reflectanță a vitrinitului. Atît în cazul producerii cocsului dintr-un singur cărbune de un anumit rang, cît și dintr-un amestec de șarjă, s-a constatat că fiecărui tip de vitrinit (rang) îi corespunde un anumit raport optim între componenții reactivi și inerți din cărbune (R/I optim), pentru care se obține rezistența maximă a cocsului (fig. 1).

Pe baza a numeroase date experimentale s-au trasat curbele de dependență între indicii de rang și compoziția petrografică și rezistența cocsului. În acest scop, majoritatea metodelor folosesc gruparea maceralilor în componenți

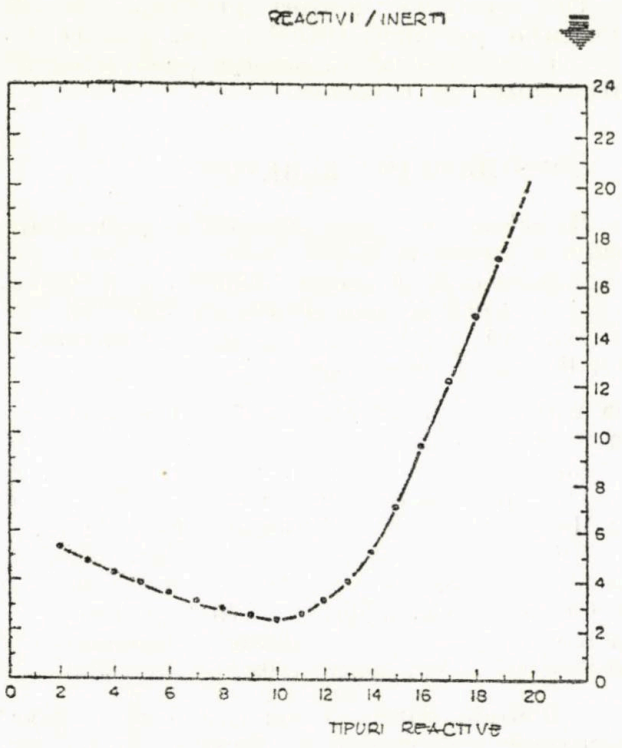


Fig. 1. Raportul R/I optim pentru diferite tipuri de vitrinit

Fig. 1. Optimal R/I ratio for various vitrinite types

„reactivi" şi „inerţi", după comportarea lor la pirogenare în intervalul termic corespunzător fazei plastice. La cunoscuta şi frecvent utilizata grupare :

reactivi = vitrinit + exinit şi 1/2 semifuzinit
inerţi = 2/3 semifuzinit + fuzinit + material mineral,

alcătuită pe baza experimentărilor cu cărbuni din emisfera nordică, apar unele corecţii pentru cărbunii bogaţi în semifuzinit parţial reactiv (emisfera sudică — ex. Australia) sau prin includerea pseudovitrinitului la maceralii inerţi.

În figurile 1—3 sînt redate relaţiile folosite de această metodă pentru antecalculul rezistenţei cocsului care se poate obţine din şarje cu anumite caracteristici. Figura 3 serveşte nu numai ca exemplu pentru ultima etapă a relaţiilor de dependenţă, dar oferă şi datele necesare la alcătuirea compoziţiei şarjei, care să asigure obţinerea cocsului cu caracteristici dorite.

Dintre metodele care fac parte din categoria a doua se detaşează ca interesantă şi cu avantaje deosebite metoda Mackovski/Simonis (1969). Aceasta ia în considerare, pe lîngă rezultatele analizelor petrografice, parametrii tehnologici variabili ai pregătirii şi cocsificării, cu obţinerea directă a indicilor M_{40} şi M_{10}.

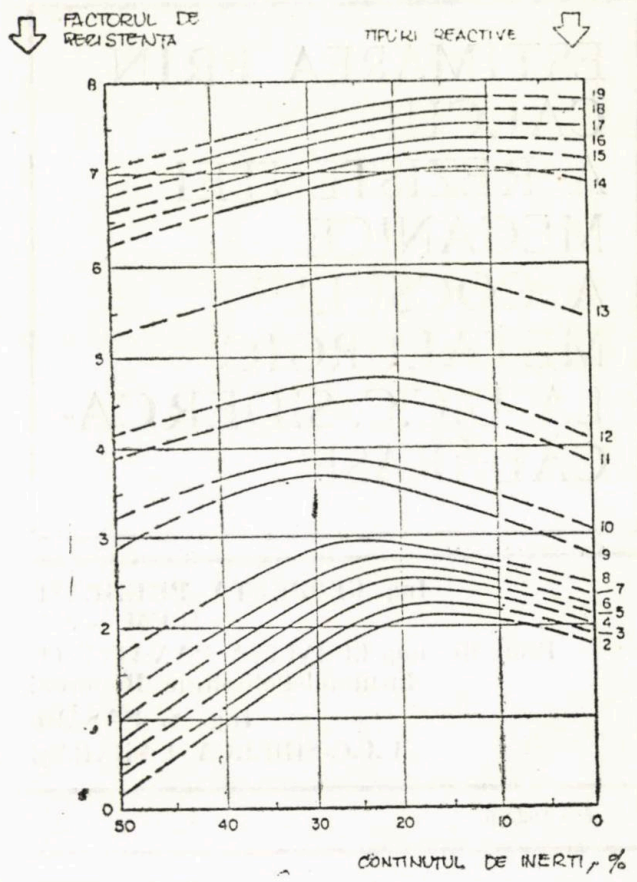


Fig. 2. — Curbele de variaţie a indicelui K pentru diferite tipuri de vitrinit, în funcţie de procentul de inerţi

Fig. 2. K index diagrams for various vitrinite types, depending on inert content

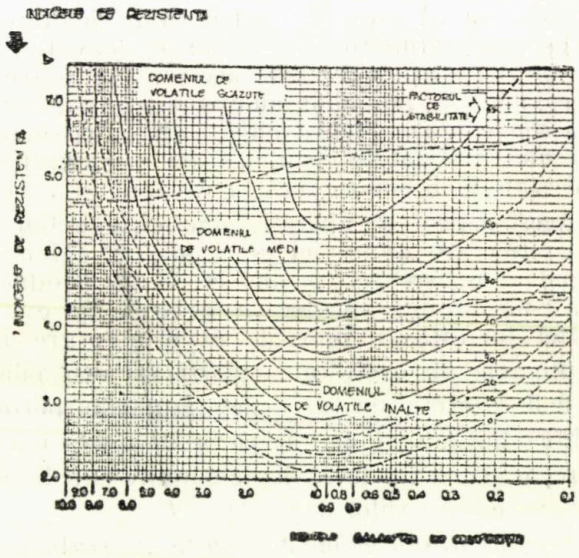


Fig. 3. — Variaţia calităţii cocsului din diferite tipuri de huile

Fig. 3. Coke quality dependence on coking coals

În România s-a efectuat o serie de experimentări pentru stabilirea posibilității de aplicare a unei metode de antecalcul al rezistenței cocsului, produs din șarje complexe la uzinele cocsochimice din Hunedoara și Galați. Rezultatele obținute au confirmat valabilitatea sistemului aplicat, urmînd ca prin lucrări detaliate să se stabilească un indice de corelare valabil pentru condițiile de desfășurare a procesului de cocsificare la uzina respectivă [3], [4].

Condiția de reproductibilitate a metodelor de antecalcul la estimarea rezistenței mecanice a cocsului este asigurată de menținerea constantă a parametrilor tehnologici de pregătire (granulometrie) și cocsificare (temperatură, viteză și durată de cocsificare). De asemenea, în condițiile specifice de lucru ale fiecărei cocseriii, este necesar a se realiza o anumită relație de transformare a stabilității ASTM în rezistență M_{40}. În continuare, sînt prezentate cîteva formule de corelare în acest sens:

Formula de corelare	Proveniența
$M_{40} = 0{,}883.S + 25{,}94$	(NCB-National Coal Board, 1975)
$M_{40} = 0{,}3083.S + 61{,}349$	(Italsider — (Italia, 1973)
$M_{40} = 0{,}532.S + 45$	(BSC — British Steel Corp., 1975)
$M_{40} = 0{,}884.S + 25{,}89$	(Bureau of Mines — S.U.A., 1964).
$M_{40} = 1{,}095.S + 15{,}2$	(Bureau of Mines — S.U.A., 1971)
$M_{40} = 1{,}3115.S + 0{,}3885$	(Bergbau Forschung — Germania, 1975)
$M_{40} = 0{,}9427.S + 25{,}22$	(Siderurgia Nacional — Portugalia, 1980)

REZULTATE EXPERIMENTALE

Pentru rezolvarea aspectelor teoretice și practice ale problemei privind estimarea prin calcul a rezistenței mecanice a cocsului, în condițiile cocseriei de la Călărași s-a efectuat o serie de experimentări care au urmărit utilizarea de șarje cu componenți cu caracteristici diferite și în proporții variabile [5].

În tabelele 1—3 sînt redate caracteristicile chimice, tehnologice și petrografice ale componenților, precum și proporția dozării acestora

Caracteristicile chimice și tehnologice ale componenților (valori medii) *Tabelul 1*
Chemical and technological features for constituents (average values) *Table 1*

Proba	ANALIZA TEHNICĂ, %			I.R.	CARACTERISTICILE DILATOMETRICE				
	A^{anh}	V^{anh}	S_t^{anh}		a, %	b, %	T_1, °C	T_2, °C	T_3, °C
Coroiești	10,66	38,36	2,82	5	24,4	—28,4	380	415	415
LUB	9,67	37,7	2,38	38	25	30	390	415	445
Huilă Polonia	5,33	28,55	1,12	67	27	120	415	430	460
S.U.A. volatile înalte	7,9	33,03	1,29	70	25	96,0	385	415	445
S.U.A.	9,01	28,82	1,22	41	18,4	88,4	390	440	460
S.U.A. — Blue-Creek	7,76	23,61	1,52	85	23,2	138	410	425	475
S.U.A.-Iron-Creek	5,80	17,5	1,21	48	23,2	11,2	460	475	495
Dobrova	6,4	25,1	0,48	63	18,4	85,0	385	425	455
Huilă China	4,66	33,74	—	—	22,5	30,0	370	405	450
Huilă U.R.S.S.	9,37	25,28	0,68	49	16,7	11,6	405	440	470
Australia Pick-Down	9,06	20,3	0,98	78	23,2	95,0	400	430	465
Australia Saraji	8,94	19,83	0,69	60	23,2	98,4	410	440	485

Caracteristicile de rang și petrografice ale componenților (valori medii) *Tabelul 2*
Petrographic and rank features for constituents (average values) *Table 2*

Proba	ANALIZA PETROGRAFICĂ CANTITATIVĂ, %										Reflectanța medie a vitrinitului, %
	Telinit	Colinit	Pseudovitrinit	Exinit	Semifuzinit	Fuzinit	Totalul substanțelor organice	Minerale argiloase	Pirită	Totalul substanțelor minerale	
Coroiești	15	67	—	7	1	—	90	6	4	10	0,597
LUB	13	70	—	8	1	—	92	4	4	8	0,692
Huilă Polonia	—	76	—	4	13	2	95	4	1	5	0,952
S.U.A. volatile înalte	4	70	2	4	8	5	93	6	1	7	0,743
S.U.A.	—	78	—	4	9	4	95	4	1	5	1,078
S.U.A. Blue Creek	—	80	5	2	7	2	96	3	1	4	1,180
S.U.A. Iron-Creek	—	85	—	1	10	2	98	1,5	0,5	2	1,350
Dobrova	—	45,3	—	11,2	23	9,8	95,3	4,2	0,5	4,7	1,057
Huilă China	—	59	—	9	23	6	97	3	—	3	0,70
Huilă U.R.S.S.	—	76	—	4	11	1	93	7	1	8	0,93
Australia Pick-Down	—	77	—	—	18	2	97	3	—	3	1,30
Australia Saraji	—	77	—	2	12	3	94	5,8	0,2	6,0	1,254

Tabelul 3

Proporţia dozării componenţilor în şarjele studiate, %

Table 3

The percentage of the constituents in investigated charges

Sarja nr.	Coroieşti	LUB	Huilă Polonia	S.U.A. volatile înalte	S.U.A	S.U.A. Blue-Creek	S.U.A. Iron-Creek	Dobrova	Huilă China	Huilă U.R.S.S.	Australia	
											Pick Down	Saraji
1	10	10	20	—	—	—	20	15	—	—	10	15
2	12	8	25	—	—	—	20	—	15	—	—	20
3	13	—	35	—	—	—	16	—	21	—	—	15
4	13	—	35	—	—	—	14	—	23	—	—	15
5	—	14	30	—	—	—	16	—	25	15	—	—
6	—	14	23	—	—	—	18	—	30	15	—	—
7	—	15	20	—	—	—	17	—	20	8	20	—
8	17	—	17	—	—	—	16	—	24	6	20	—
9	17	—	17	—	—	—	16	—	24	6	20	—
10	10	10	18	—	—	—	10	—	30	—	—	22
11	10	10	18	—	—	—	10	—	30	—	—	22
12	10	10	13	—	—	—	10	—	30	—	—	27
13	15	—	—	15	—	—	24	—	16	—	—	30
14	15	—	—	15	—	—	24	—	16	—	—	30
15	15	—	—	15	—	—	24	—	16	—	—	30
16	6	9	—	15	—	—	24	—	16	—	—	30
17	11	6	—	15	10	—	28	—	—	15	—	30
18	9	8	—	—	—	10	30	—	—	13	—	30

în şarjele studiate. De asemenea, se prezintă în tabelele 4 şi 5 caracteristicile chimice, tehnologice şi petrografice ale şarjelor înfurnate.

Din datele prezentate se obţin informaţii asupra caracteristicilor de calitate a componenţilor şi şarjelor şi a posibilei lor comportări în procesul de cocsificare. De asemenea, ele pun la dispoziţie valorile necesare efectuării antecalculului rezistenţei conform metodei alese.

Tabelul 4

Caracteristicile chimice şi tehnologice ale şarjelor

Table 4

Chemical and technological features of the charges

Sarja nr.	ANALIZA TEHNICĂ, %				I.R.	CARACTERISTICILE DILATOMETRICE,				
	A^{anh}	V^{anh}	S_t^{anh}	V^{mc}		a, %	b, %	T_1, °C	T_2, °C	T_3, °C
1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8,86	28,21	1,35	31,2	31	18,4	61,6	390	425	450
2	8,50	27,8	1,47	30,8	64	21,6	63,4	385	425	460
3	7,94	27,46	1,52	30,1	62	18,4	80,0	390	415	475
4	6,58	26,75	1,48	28,9	—	20	53,2	390	435	470
5	6,75	28,22	1,46	30,5	39	23,2	26,7	395	430	460
6	7,97	28,68	1,66	31,4	60	23,2	45	393	435	470
7	8,32	25,12	1,30	28,1	76	20	71,6	400	430	475
8	8,53	26,07	1,33	28,8	61	40	50	405	435	460
9	8,76	25,92	1,22	28,7	53	25	60	400	435	470
10	9,70	25,76	1,29	28,8	70	18,4	65	390	420	455
11	8,57	24,91	—	27,6	64	18,4	73,5	405	425	470
12	9,21	25,09	1,05	27,9	57	20	55,0	395	435	470
13	10,02	27,68	0,84	31,3	49	18,4	40	395	435	450
14	9,59	27,74	1,15	31,2	61	13,2	50	405	445	460
15	7,47	28,12	1,2	30,1	58	13,8	43	405	430	460
16	8,53	27,39	1,17	30,5	—	22,5	35,5	425	440	460
17	9,07	26,65	1,04	30,1	—	20	10	410	435	485
18	8,46	26,32	1,0	28,96	44	6,8	15,0	410	440	470

Tabelul 5

Caracteristicile de rang şi petrografice ale şarjelor, %

Table 5

Petrographic and rank features of the charges

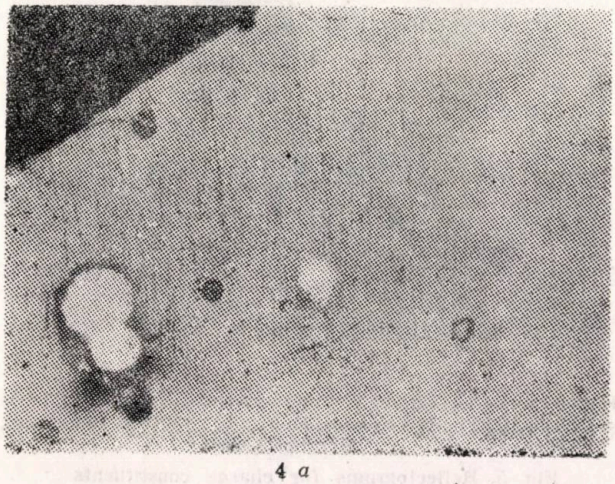
Sarja nr.	Vitrinit	Pseudo-vitrinit	Exinit	Inertinit	Semifu-zinit	Fuzinit + inerto-dendrinit	Totalul subst. organice	Minerale argiloase	Pirită	Totalul subst. minerale	Reflectanţa medie a vitrinitului
1	76,54	0,43	3,1	15,1	10,17	4,93	95,15	4,3	0,7	4,85	1,011
2	74,54	0,69	4,31	16,14	11,67	4,42	95,72	3,62	0,66	4,28	1,06
3	76,35	—	3,23	15,1	10,25	4,84	94,67	2,89	0,43	5,33	1,09
4	77,56	0,64	2,47	16,54	12,66	3,88	96,21	2,56	0,14	3,79	1,08
5	73,32	0,55	5,54	15,1	11,85	3,25	94,51	4,12	1,37	5,49	1,06
6	78,81	0,15	4,18	12,34	9,77	2,57	95,48	3,79	0,73	4,52	1,05
7	72,1	—	3,8	20,8	15,6	5,2	96,7	3,3	—	3,3	1,097
8	75,35	1,19	2,39	16,1	12,52	3,58	95,03	4,37	0,6	4,97	1,17
9	79,66	0,42	3,13	12,83	10,25	2,58	96,04	3,13	0,83	3,96	1,09
10	80,31	0,1	1,87	13,43	8,66	3,77	94,71	4,01	1,28	5,29	1,12
11	77,67	0,24	1,8	14,14	10,4	3,74	93,86	4,94	1,2	6,14	1,108
12	77,2	0,43	2,15	13,52	8,36	5,16	94,51	4,28	1,21	5,49	1,16
13	69,9	—	5,6	22,2	13,8	8,4	97,7	2,3	—	2,3	1,073
14	77,78	0,48	3,66	13,9	9,08	4,82	95,83	3,59	0,58	4,17	0,978
15	73,55	0,68	4,46	17,45	11,34	6,12	96,15	3,45	0,4	3,85	1,044
16	76,45	0,58	4,44	14,29	10,04	4,25	95,46	3,47	0,77	4,24	1,02
17	76,41	0,21	3,97	15,86	7,72	8,14	96,45	2,92	0,63	3,55	1,05
18	74,56	0,64	2,7	17,73	9,64	8,09	95,63	3,25	1,12	4,37	1,043

Figurile 4—6 redau cîteva aspecte structurale ale unor componenţi petrografici specifici anumitor cărbuni şi şarje, precum şi reflectogramele acestora. Reflectogramele arată repartiţia procentuală a tipurilor de vitrinit existent în cărbuni şi şarje, dînd astfel posibilitatea controlului dozării componenţilor la alcătuirea acestora.

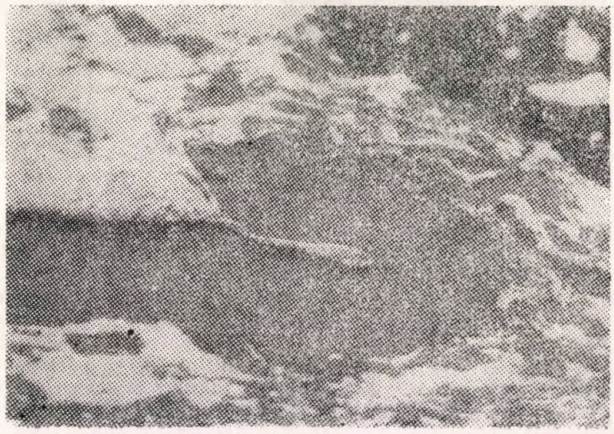
Ţinînd seamă de domeniul mai larg de aplicabilitate a metodei Shapiro, Gray, Eusner şi de specificul şarjelor înfurnate la U.C.C. — SIDERCA — Călăraşi, s-a decis folosirea acesteia în cazul şarjelor studiate.

În tabelul 6 sînt prezentaţi indicii corespunzători, necesari antecalculului rezistenţei cocsului.

4 *b*

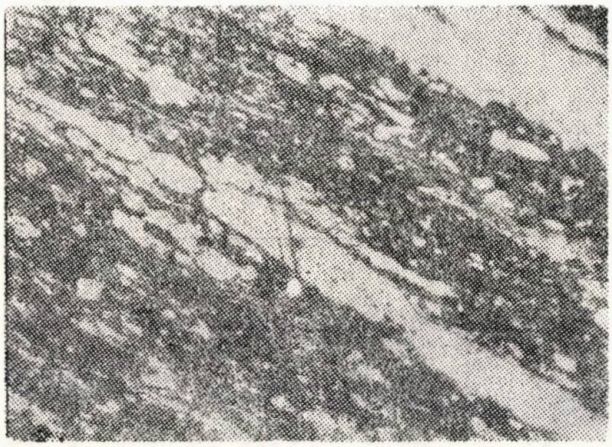


4 *a*

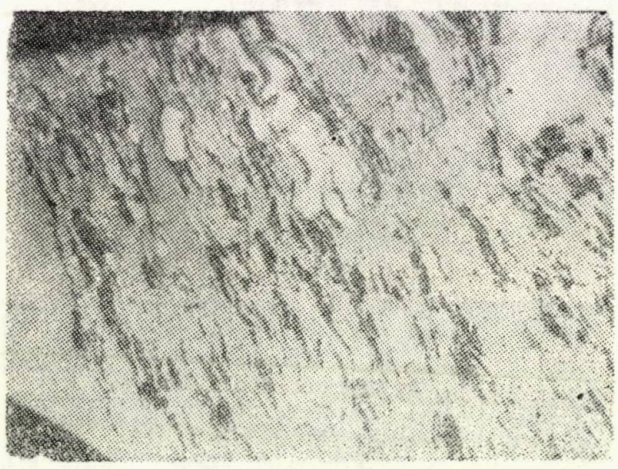


4 *c*

4 *d*



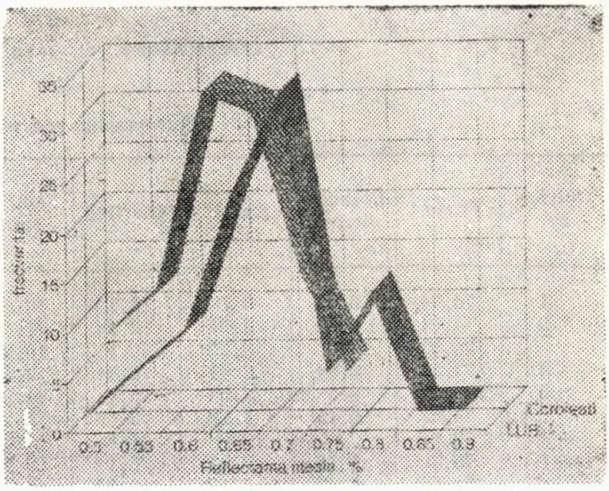
4 *e*



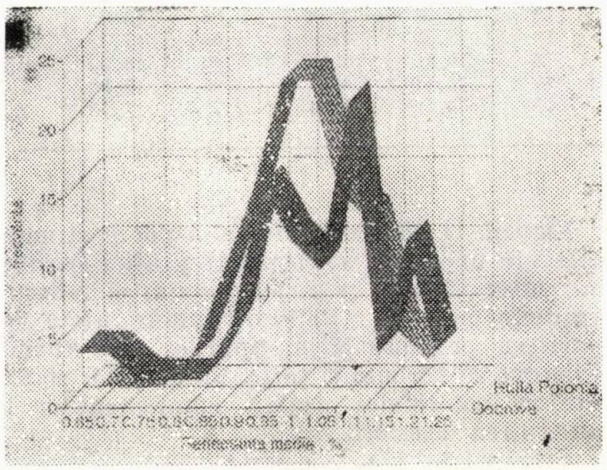
4 *f*

Fig. 4. — Aspectele structurale specifice cărbunilor şi şarjelor: a) vitrinit de reflectanţă scăzută (R_m = 0,58 %) şi pirită granulară într-o huilă Coroieşti; LR, imersie, 480X; b) telinit cu structura impregnată cu rezinit; LR, imersie, 480X; c) microspori şi rest dintr-un macrospor; LR, imersie 480 X; d) semifuzinit (alb în centru) într-un trimaceral; LR, imersie, 480 X; e) inertodendrinit alături de microspori într-un trimaceral; LR, imersie, 480X; f) carbarglit şi pirită, într-o huilă LUB; LR, imersie, 480 X

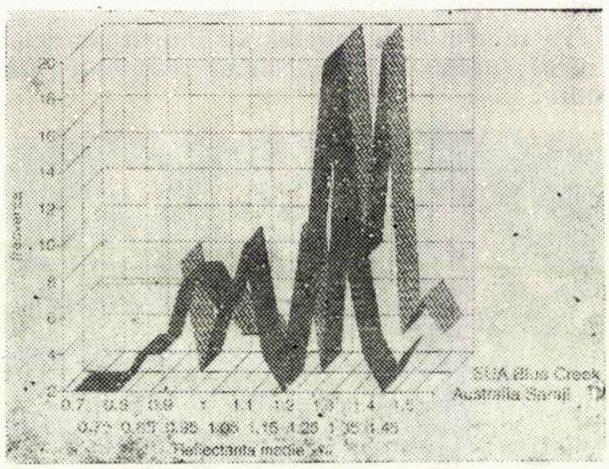
Fig. 4. Specific structural aspects for coals and charges



a



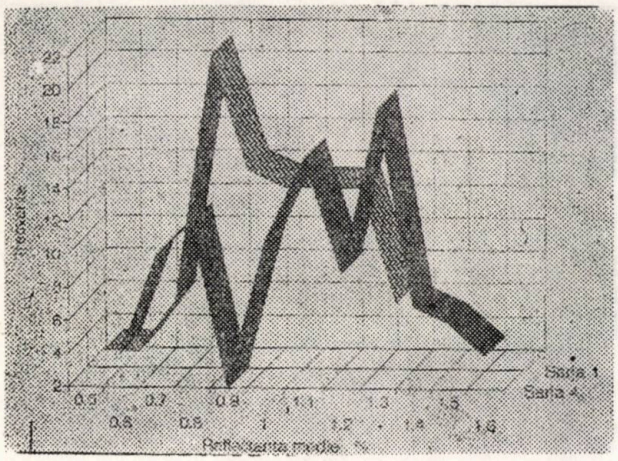
b



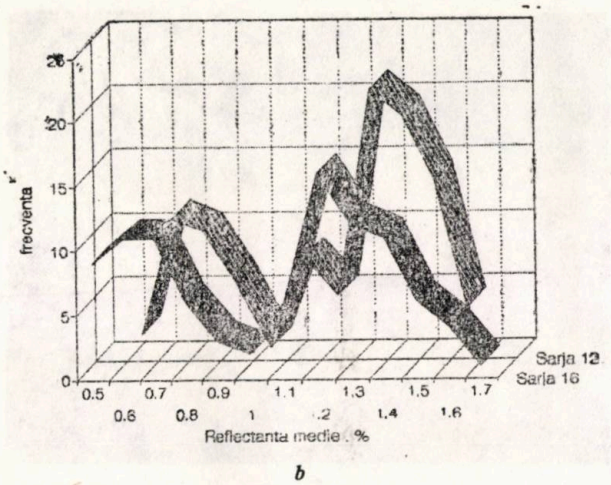
c

Fig. 5. — Reflectogramele componenţilor şarjelor: a) LUB şi Coroieşti, b) huilă Polonia şi Dobrova; c) S.U.A. Blue Creek şi Australia Saraji

Fig. 5. Reflectograms for charge constituents



a



b

Fig. 6. — Reflectanţa şarjelor : a) şarja nr. 1 şi şarja nr. 4; b) şarja nr. 12 şi şarja nr. 16

Fig. 6. Charge reflectance

Deoarece rezistenţa se obţine ca stabilitate ASTM, trecerea la M_{40} se poate face prin formulele de corelare (1) — (7).

În urma corelaţiilor dintre valorile rezistenţei mecanice M_{40}, măsurată şi calculată, s-au obţinut următoarele ecuaţii :

$$M_{40} = 0{,}147\, M_{40}\,(1) + 72{,}72 \quad r = 0{,}633$$
$$M_{40} = 0{,}409\, M_{40}\,(2) + 51{,}69 \quad r = 0{,}632$$
$$M_{40} = 0{,}238\, M_{40}\,(3) + 66{,}03 \quad r = 0{,}631$$
$$M_{40} = 0{,}143\, M_{40}\,(4) + 73{,}05 \quad r = 0{,}625$$
$$M_{40} = 0{,}113\, M_{40}\,(5) + 75{,}16 \quad r = 0{,}621$$
$$M_{40} = 0{,}104\, M_{40}\,(6) + 76{,}11 \quad r = 0{,}611$$
$$M_{40} = 0{,}134\, M_{40}\,(7) + 73{,}35 \quad r = 0{,}632$$

Coeficienţii de corelaţie obţinuţi indică faptul că, în toate cazurile, rezistenţa mecanică calculată după metoda Shapiro, Gray, Eusner se corelează satisfăcător cu valorile obţinute la determinarea rezistenţei M_{40} în industrie.

Tabelul 6

Antecalculul rezistenţei cocsului, după metoda Shapiro, Gray şi Eusner

Table 6

Predicted calculation for coke made by Shapiro, Gray, Eusner

Şarja nr.	Compoziţia petrografică în : reactivi, %	Compoziţia petrografică în : inerţi, %	Indicele de balanţă a compoziţiei CBI	Indicele de rezistenţă K	Indicele de stabilitate ASTM
1	82,96	17,44	0,63	3,83	50
2	82,72	17,13	0,65	4,08	55
3	83,0	17,0	0,62	4,21	56
4	84,25	15,75	0,62	4,67	61
5	82,81	17,19	0,704	4,56	61
6	86,25	13,75	0,51	4,44	58
7	81,1	18,9	0,54	4,48	59
8	81,91	18,09	0,76	4,46	61
9	86,2	13,8	0,46	4,46	57
10	85,06	14,93	0,59	4,38	59
11	82,88	17,12	0,58	5,00	62
12	82,14	16,66	0,70	4,71	60(61)
13	80,1	19,9	0,825	5,26	64
14	84,46	15,54	0,57	4,39	58
15	81,79	18,21	0,7	4,1	56
16	84,24	15,96	0,66	4,04	55
17	82,95	17,05	0,65	4,35	59
18	80,47	19,53	0,71	4,1	56

Tabelul 7

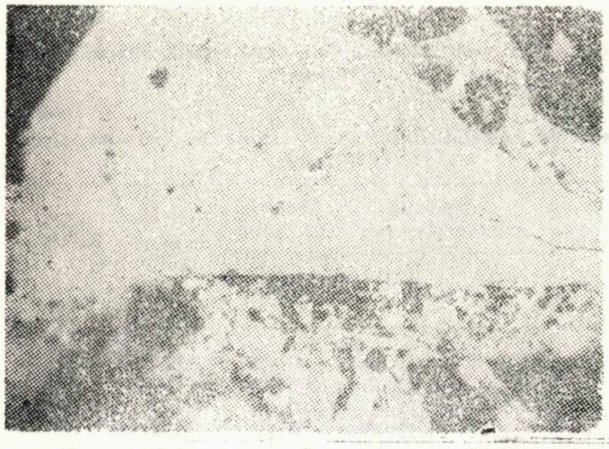
Compoziţia petrografică cantitativă a substanţei de cocs

Table 7

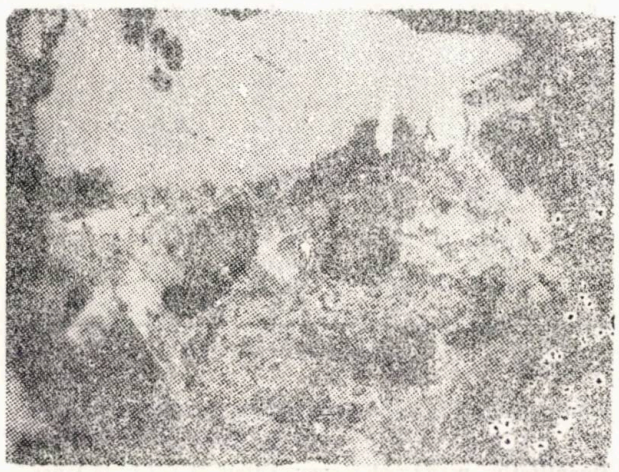
Quantitative petrographic composition of coke substance

Componenţii structurali, %	SARJA NR.: 1	4	12	16
Cocs izotropic	23,4	19,7	24,4	26,2
— topit	14,6	10,0	15,1	22,8
— netopit	8,8	9,7	9,3	3,4
Cocs anizotropic	52,9	59,8	47,6	45,3
— punctiform	35,3	36,0	18,6	18,8
— suprafeţe mici	8,1	10,5	9,9	10,1
— suprafeţe medii+mari	3,8	6,1	8,5	7,8
— aspect la curgere (fibros)	5,7	7,2	10,6	8,6
Substanţa de cocs de vitrinit (matrice)	76,3	79,5	72,0	71,5
Cocs de inertinit	14,6	11,5	19,2	22,0
— izotropic	9,0	8,0	13,1	16,0
— anizotropic	5,6	3,5	6,1	6,0
Material organic (total)	90,9	91,0	93,2	93,5
Raportul cocs anizotropic/ cocs izotropic	2,26	3,03	1,95	1,73
Cocs de carbargilit	2,3	2,8	3,1	3,0
Minerale argiloase	6,5	6,0	5,3	3,3
Pirită	0,3	0,2	0,4	0,2
Material mineral (total)	6,8	6,2	5,7	3,5
Substanţa de cocs (total)	100,0	100,0	100,0	100,0

În continuarea cercetărilor şi determinărilor privind antecalculul rezistenţei cocsului, s-a efectuat studiul microstructurii cocsurilor provenite din şarjele experimentate. Acest lucru a fost considerat necesar pentru confirmarea atît a relaţiei structură-rezistenţă cocs cît şi

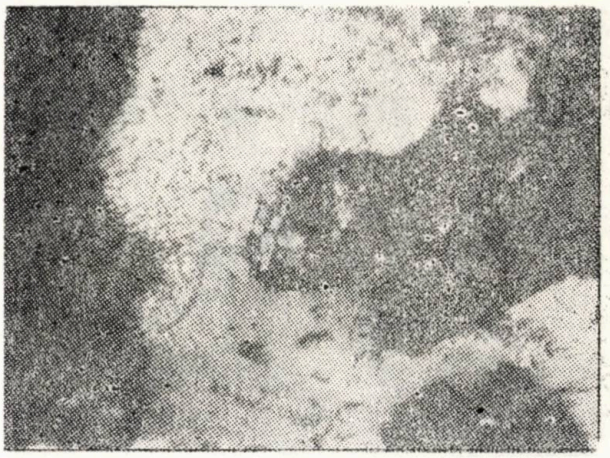


a

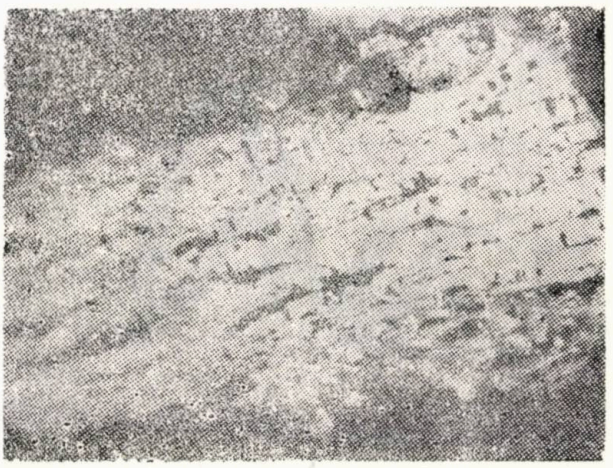


b

c



d



e

f

Fig. 7. Aspectele structurale specifice substanței de cocs — matrice și incluziuni: a) granulă de cocs de vitrinit izotropic, netopit, înglobată în substanța de cocs, cu structură complexă, predominant anizotropică, cu pori de degajare; LP, nicoli parțial încrucișați (X), 280X; *b*) legături structurale în re granula de cocs vitrinitic, izotropic (sus) și matrice anizotropică (mijloc); cocs de inertinit izotropic (mijloc-jos) înglobat într-o matrice anizotropică de tipuri diferite; LP, nicoli parțial X, 250X c) granulă de cocs vitrinitic izotropic încorporată prin topire în substanță de cocs (mijloc); matrice cu anizotropie punctiformă și pe suprafețe foarte mici (stînga), continuată fără linie de separație cu izotropie (stînga-sus) și cocs de carbargilit (dreapta-sus); LP, nicoli parțial X, 250X; d) cocs de vitrinit izotropic (jos și dreapta) cu slabă anizotropie punctiformă indusă la carbonizare cu granula ce a dat cocs anizotropic pe suprafețe mici (sus); LP, nicoli parțial X, 480 X; e) cocs de semifuzinit structurat în benzi, cu anizotropie slabă, unduloasă; LP, nicoli parțial X, 250X; f) granulă de semifuzinit structurat în benzi scurte, cu anizotropie intensă pe suprafețe medii (mijloc și dreapta); cocs de vitrinit cu anizotropie pe suprafețe foarte mici (stînga); LP, nicoli parțial X, 480X

Fig. 7. Specific structural aspects for cokematrix and inclusions

a influenței rangului și a compoziției petrografice a șarjelor asupra structurii cocsului.

Se poate aprecia astfel comportarea cocsului în furnal, care variază în funcție de caracteristicile lui structurale.

În tabelul și figura 7 sînt redate compoziția petrografică cantitativă și calitativă a substanței de cocs din probele corespunzătoare șarjelor nr. 1, 4, 12 și 16. Datele relevă particularitățile optice ale materialului organic — matrice și incluziuni — care formează substanța de cocs precum și raportul în care acestea se află unele față de celelalte. De asemenea, se observă contribuția substanței minerale sub formă de cocs de carbargilit și incluziuni argiloase sau piritice.

Din evaluarea acestor date se obțin informații asupra rezistenței și reactivității cocsurilor, în concordanță cu rezultatele antecalculului efectuat și cu cele din practica uzinală. Micrografiile din figura 7 relevă aspectele specifice structurii substanței de cocs din probele cercetate.

CONCLUZII

1. Determinarea caracteristicilor petrografice, de rang și compoziție ale șarjelor complexe de cocsificare evidențiază natura și raportul componenților reactivi și inerți care influențează caracteristicile de aglutinare-cocsificare ale acestora și, implicit, calitatea cocsului.

2. Datele cantitative ale compoziției petrografice a șarjelor, completate cu cele de reflectanță și distribuția acesteia, servesc la antecalculul rezistenței cocsului.

3. Rezultatele obținute pentru rezistența mecanică, antecalculată prin corelare cu cele obținute experimental, arată posibilitatea utilizării metodei carbopetrografice la prognozarea rezistenței cocsului.

4. Determinarea compoziției structurale a cocsurilor provenite din șarje complexe, cu rețete diferite, duce la obținerea de date concludente pentru aprecierea calității de utilizare a acestor cocsuri.

BIBLIOGRAFIE

[1] Stach E. *Petrografia cărbunilor*. Berlin, 1935, p. 293.

[2] Mackowsky, M. Th. Simonis, W. In: Glückauf Forschungshefte. Germania, 30, 1969, H, p. 25—37

[3] Panaitescu, Cornelia *Petrografia cărbunilor, cocsurilor și produselor carbonice*. București, Ed. Enciclopedică, 1991, p. 293

[4] Panaitescu, Cornelia *Cercetarea carbopetrografică aplicată în industria cocsochimică*. În: Revista de Chimie, nr. 5—6, 1992

Revista revistelor

REVUE DE MÉTALLURGIE — *CIT, Franța, 1992, nr. 1*

— Micșorarea numărului de evacuări de fontă la furnalele Sollac-Fos, p. 37

— Minicongres: oțelării cu oxigen și turnare continuă, 8.III.'91, Paris, p. 45

— Prevenirea segregărilor la turnarea continuă a oțelului. Noul procedeu și dezvoltarea industrială la Unimetal Neuves Maisons, p. 65

— Simularea în laborator a contracțiilor și deformărilor stratului superficial la turnarea continuă, p. 73

— Ameliorarea segregării centrale a blumurilor de turnare continuă, cu conținut ridicat de carbon, p. 83

— Calculul călibilității după încercarea Jomini pe baza compoziției chimice a oțelurilor, p. 93

REVUE DE MÉTALLURGIE — *CIT, Franța, 1992, nr. 2*

— Epurare biologică din generația a II-a a apelor reziduale de la cocserie, p. 133

— Studiul și dezvoltarea cuptorului electric monoarc cu curent continuu ARP, (Arc Furnace Refreshing Project), p. 147

— Dezvoltarea producției de oțel în bare și oțel rotund de calitate superioară de la turnarea continuă, utilizînd tehnica forjării continue, p. 155

— Dezvoltarea producției de table laminate la cald, galvanizate cu o acoperire aliată și avînd bune proprietăți de îndoire, p. 163

— Reconstrucția unui gazometru, p. 171

— Oțel HLE pentru poduri în construcție mixtă, cu deschideri mijlocii de 20—50 m, p. 179

— Industriile mecanice: analiza fluxului valoric și a conținutului noțiunii de consum specific, p. 187

— Analiza oxizilor și nitrurilor, prin disociere termică fracționată, p. 193

EVOLUȚIA ȘI STAREA ACTUALĂ A DIAGRAMELOR DE ECHILIBRU PENTRU ALIAJELE DE ALUMINIU CU CONȚINUT DE LITIU

Dr. ing. P. MOLDOVAN,
Ing. MIHAELA PANĂ
Institutul Politehnic
București

C.Z. : 669. 71(084.2)

Aliajele de aluminiu cu conținut de litiu reprezintă materiale de mare interes industrial în prezent și în perspectivă (mai ales cu aplicații în aeronautică), astfel încît studiul evoluției diagramelor de echilibru Al—Li, Al—Li—X are o importanță deosebită, atît la elaborare și turnare cît și în procesul de deformare plastică și tratament termic.

Încă din anul 1920, litiul a fost întrebuințat ca element de aliere pentru aliajele de aluminiu. Aceste aliaje se numeau scleron [11]. S-a observat că aceste aliaje aveau un modul de elasticitate mai mare decît aliajele de aluminiu uzuale.

Prima diagramă a fost prezentată în lucrarea lui Hansen „Binary Alloys".

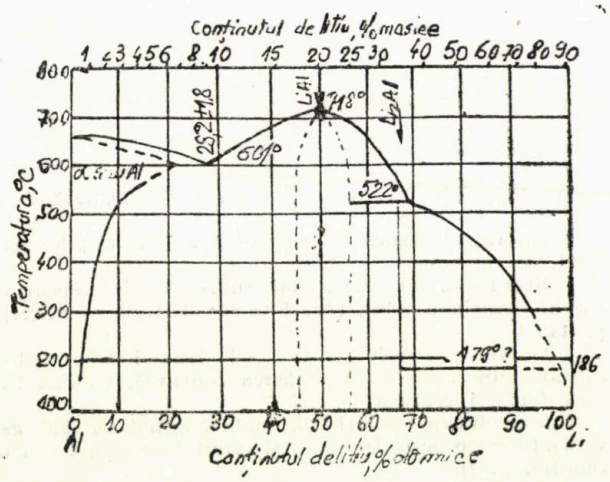


Fig. 1. Diagrama de echilibru a sistemului aluminiu-litiu, după Hansen și Anderko

Fig. 1. Al—Li phase diagram, according to Hansen and Anderko

Este o diagramă de tipul Al—Li, tipică sistemelor binare formate din componenți parțial solubili în stare solidă și lichidă. Eutecticul se formează la cca 590°C și la 7,3% greutate litiu. Încă din anul 1920 se semnalează prezența compușilor LiAl și Li_2Al. La temperatura de 698°C are loc descompunerea fazei intermetalice AlLi. În anul 1982, Mc Alister (în Bulletin Alloy Phase Diagrams) a propus diagrama prezentată în figura 2.

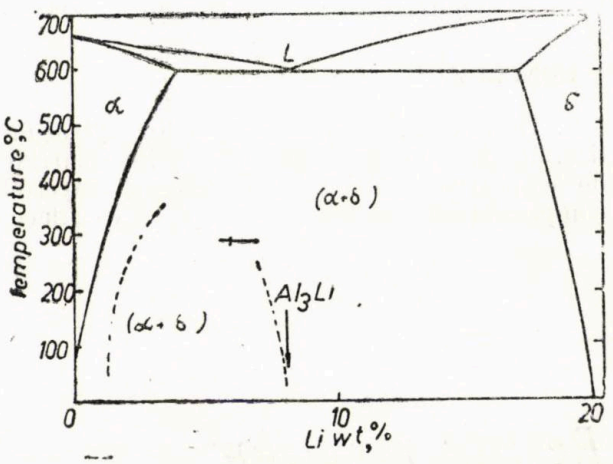


Fig. 2. Diagrama de echilibru a sistemului Al-Li adaptată de Mc Alister. Liniile punctate reprezintă faza metastabilă $\delta'(Al_3Li)$

Fig. 2. Al—Li phase diagram, adapted by Mc Alister. Dashed lines are for the $\delta'(Al_3Li)$ metastable phase

Această diagramă este de tipul sistemului cu componenți complet solubili în stare lichidă și parțial solubili în stare solidă, cu transformare eutectică. Există două faze stabile: α (c.f.c.) și δ — AlLi (c.v.c.). În sistem apare și faza metastabilă δ', respectiv Al_3Li (δ') — precipitat coerent ce joacă un rol important la durificarea prin îmbătrînire a amestecului mecanic (α + δ) [4].

Studiile cu raze X ale lui Silcock [9] au analizat mecanismul precipitării în aliajele binare aluminiu—litiu :

$$\text{soluția solidă suprasaturată} \rightarrow \rightarrow \delta'(Al_3Li) \rightarrow \delta(AlLi) \quad [1]$$

Soluțiile solide suprasaturate, la încălzirea lor sub curba spinodală, fără germinare, devin instabile în raport cu fluctuațiile monofazice, formîndu-se zone mai bogate în elemente de aliere și zone mai sărace. Zonele mai bogate se numesc clusteri sau zone G — P; ele se formează mai ușor decît structurile de echilibru și au o stabilitate foarte mare.

Datorită dispersiilor formate se realizează o durificare remarcabilă [12].

Prin analiză termică s-a stabilit că faza δ' poate fi obținută prin călire în apă rece, cînd aliajul conține 1,7% greutate Li (6,3 % greutate Li). S-a observat că formarea fazei δ' (Al_3Li), respectiv clusterii de precipitare, se realizează prin formarea zonelor G—P, asemănătoare aliajelor Al—Cu. După Sanders [7] și Williams [12] coalescența precipitatelor într-o soluție suprasaturată crește parabolic conform relației:

$$R = \lambda \cdot (\Delta t)^{1/2} \qquad (2)$$

în care:

R este raza precipitatului;
λ — constanta de proporționalitate care este funcție de gradul de suprasaturare;
t — timpul.

Precipitatul δ' poate fi fărîmițat prin răcire pînă la o temperatură la care aliajul este format din fazele $\alpha_1 + \alpha_2$, care se pot descompune cu formarea zonelor G—P.

În prezența precipitatului δ' se constată o durificare care duce la creșterea rezistenței specifice R_m/ρ, în care R_m este rezistența la rupere, iar ρ — densitatea [11].

Primele observații asupra fazei δ' prin T.E.M. au fost efectuate în anul 1968, iar prima identificare a fazei metastabile ordonate δ' a fost realizată în anul 1959 cu ajutorul difracției cu raze X.

Intervalul de miscibilitate a lui δ' este dat, în variantele lui Flower [4] și Gayle-Vandersande, în figura 3.

Temperatura tratamentului de îmbătrînire este în corelație directă cu temperatura procesului de precipitare a fazei δ' (Al_3Li), proces care implică temperaturi în domeniul fazelor α_1 și α_2 [12]. Trofimova și Chiustova [10] au realizat un studiu amplu asupra precipitatului δ', a dislocațiilor existente, precum și asupra tratamentului termic de îmbătrînire. După unii autori [7] și [12], precipitatele δ'(Al_3Li) coerente rămîn în matrice, avînd diametre de $\simeq$ 200 nm. Separarea precipitatelor δ' (Al_3Li) are loc după mecanismul Orowan; acestea se desfășoară prin clusteri care se dislocă tipic aliajelor deformabile Al—Li.

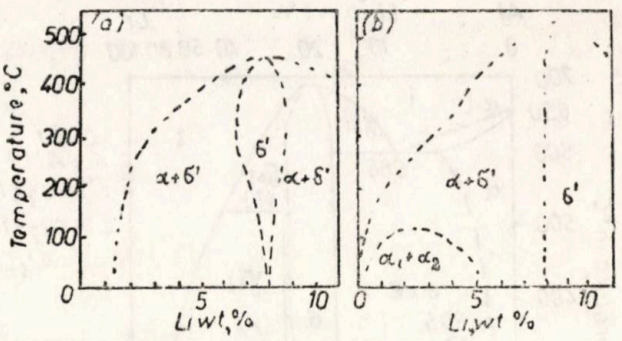


Fig. 3. Sistem propus de Gayle și Vandersande (a) și sistem propus de Sigli și Sanchez (b). Liniile punctate reprezintă intervalul metastabil ($\alpha_1 + \alpha_2$) în interiorul fazei α

Fig. 3. System suggested by Gayle and Vandersande (a) and by Sigli and Sanchez (b). Dashed lines are for the metastable ($\alpha_1 + \alpha_2$) window in the α phase

Efectele durificării se mărește o dată cu creșterea dimensiunilor particulelor. Sistemul Al—Li este asemănător sistemului Al—Zr prin formarea precipitatelor Al_3Li [4] și respectiv Al_3Zr [6].

Adaosul de Li în aliajele de aluminiu are ca efect creșterea modulului de elasticitate. Rezultatele cercetărilor respectă relația:

$$E = f_M E_M + f_\delta E_{\delta'}, \qquad (3)$$

unde:

E_M, $E_{\delta'}$ reprezintă modulul de elasticitate al matricei de aluminiu, respectiv al precipitatului δ';
f_M, $f_{\delta'}$ — fracțiile volumice ale matricei de aluminiu și precipitatului δ'

cu: $E_{\delta'} = 106$ G P_a
$E_{Al} = 68{,}9$ G P_a

$$E_M = E_{Al} + (1{,}22 \text{ GPa/ \% greut. Li}) \qquad (4)$$

În figura 4 este reprezentată diagrama de echilibru propusă de Scheme [8].

În sistem sînt stabile fazele: α, β, δ, δ', γ.

Faza α este soluție solidă de litiu în aluminiu.

Domeniul de interes major pe plan internațional pentru aliajele Al—Li se situează în intervalul 4—20% Li ($\alpha + \delta'$). Faza δ' (Al—Li) apare la solidificare la 1,35% greutate Li; structura compusului δ' (Al_3Li) este asemănătoare cu cea a compusului Cu_3Au. Pentru precipitatul δ' raza critică este de 12 nm.

Intervalul de 1—25% Li ($\alpha + \delta'$) corespunde unei transformări spinodale.

Soluția solidă α devine instabilă, formîndu-se zone de segregație mai bogate în elementul de aliere, numite și clusteri sau zone Guinier-Prestton (G—P).

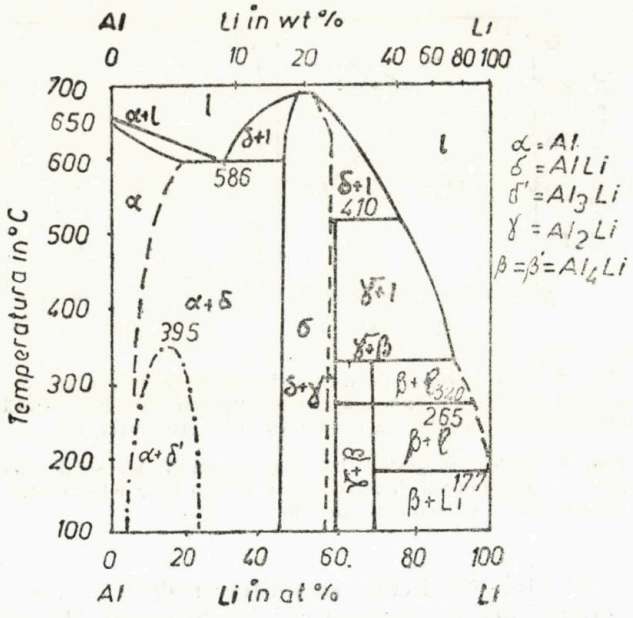


Fig. 4. Varianta de diagramă binară a aliajelor Al—Li, după K. Scheme și B. Velten

Fig. 4. Binary Al—Li phase diagram, according to K. Scheme and B. Velten

Diagrame tip Al—Li—X

Au fost realizate o serie de cercetări asupra sistemului Al—Li—X unde X = Mg, Co, Ti, Y, Mn, Cu, Ni.

Sistemul Al—Li—Mg. Formează fazele δ, δ', $Al_3Mg_2(\beta)$, $Al_{12}Mg_1(\gamma)$, Al_2MgLi (fig. 5).

Din figură rezultă că magneziul are o solubilitate ridicată și nu este afectat de prezența litiului. Faza Al_2MgLi cristalizează în sistemul c.f.c., cu parametrul rețelei a ≃ 2,0 nm.

Magneziul îmbunătățește semnificativ proprietățile aliajelor binare Al—Li. Mecanismul precipitării în sistemul Al—Li—Mg are loc astfel:

soluția solidă suprasaturată → δ'(Al_3Li) →

→ Al_2LiMg (5)

Compusul Al_2LiMg este incoerent cu matricea și formează produse eterogene, prin creștere la limita de grăunte și subgrăunte.

S-a observat că Al_2LiMg nucleză în zona dislocațiilor.

Sistemul Al—Li—Cu. Cuprul îmbunătățește mai mult posibilitatea de precipitare, incluzînd fazele metastabile, care pot fi utilizate pentru a îmbunătăți proprietățile mecanice (fig. 6).

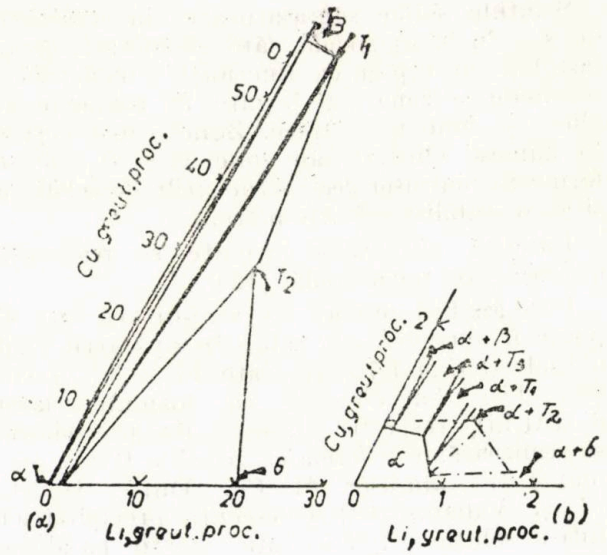


Fig. 5. Secțiune izotermă a aliajelor Al—Li—Mg la 200°C

Fig. 5. Isothermal section at 200° C in the Al—Li—Mg phase diagram

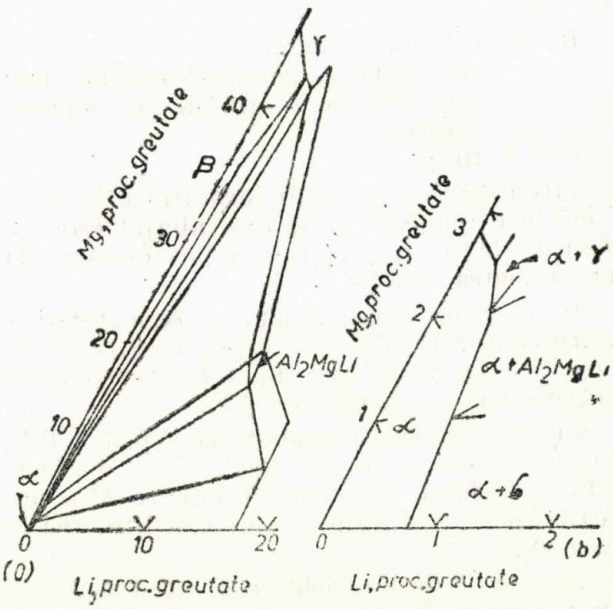


Fig. 6. Secțiune izotermă a sistemului Al—Li—Cu la 350° C. Liniile punctate corespund temperaturii de 350° C, iar liniile pline propun limitarea dată de Mondolfo pentru 327° C

Fig. 6. Isothermal section at 350° C in the Al—Li—Cu phase diagram. Dashed lines are for 350° C and solid lines suggest Mondolfo limitation for 327° C

Din figură se observă că în prezența litiului devine posibilă apariția fazei T_1 (Al_2CuLi); are loc o precipitare eterogenă chiar în zonele G—P bogate în cupru (3,5% Cu, 1,5% Li) sau la dislocațiile bogate în litiu, respectiv la 2,5% greutate Cu și 2% greutate Li. Compusul T_1 are structură hexagonală cu a = 0,497 nm și c = 0,934 nm.

Williams și Baumann [12] au indicat că precipitatul δ′ nu este modificat de cupru.

Faza T_1 (Al_2CuLi) devine faza dominantă a matricei θ′. Silcock [9] a prezentat conceptul încorporării litiului la faza θ′, care duce la formarea lui T_β ($Al_{7,5}Cu_4Li$) cu structură cubică, cu a = 0,583 nm.

Precipitarea la limita de grăunte a ambelor faze (δ și T_2) a fost determinată la 190° C timp de 18 h, o dată cu formarea fazei δ la limita de grăunte, avînd loc o supraîmbătrînire substanțială (cca 70—500 h). Faza T_2 (Al_2CuLi_3) se formează la 190° C și are a = 1,39 nm.

Concluzii

În toate tipurile de aliaje aluminiu—litiu, la un conținut de peste 1% Li, apare compusul δ′ (Al_3Li) ca precipitat omogen. Compusul δ(AlLi) se formează la limita de grăunte, atît în aliajele binare cît și în cele ternare.

Existența fazelor T_1 și S în sistemele Al—Li—Mg și Al—Li—Cu, împreună cu precipitatul δ′ care nuclează (germinează) la limitele de subgrăunte, are o importanță deosebită în procesul de îmbătrînire. Acestea facilitează controlul la limita de grăunte, precum și îmbunătățirea unor proprietăți mecanice ale aliajelor industriale.

BIBLIOGRAFIE

[1] Aaron, H. B., Fainstein, D., Kotler, G. R. In : J. Appl. Phys., 1970, vol. 41, p. 4 404—10.

[2] Baumann, S. F., Williams, D. B. : In : Acta Metallurgica, Anglia, 1985, vol. 33, o. 1 069.

[3] Baumann, S. F., Williams, D. B. : In : Metall. Trans., Japonia, 1985, vol. 16 A, p. 1 209.

[4] Flower, H. M., Gregson, P. J. : *Solid state phase transformations in aluminium alloys containing lithium.* În : Materials Science and Technology, Anglia, Februarie, 1987, vol. 3, p. 81.

[5] Mc. Alister, A. J. : In : Bull. Alloy Phase. Diagrams, Anglia, 1982, 31, 77.

[6] Ryum, N. : *Precipitarea și recristalizarea aliajelor Al—Zr.* În : Acta Metallurgica, Anglia, vol. 17, Martie. 1969.

[7] Sanders, T. H., Ludwiczak, E. A., Sawtell, R. R. : In : Mat. Sci. Engin. 43, 1980, p. 247.

[8] Scheme, K., Velten, B. : *Aluminium-Legierungen mit hohem Lithium-Gehalt Versuche* zur Entwicklung eines neuen Legierungstyps. În : Metall, Germania, 43, Jahrgang, Heft 6, Iunie 1989.

[9] Silicock, J. M. : *The Structural Aging Characteristics Aluminium-Copper-Lithium Alloys.* În : J. Inst. Metals, 88, 1959, 60, p. 357.

[10] Trofimova, L. N., Chiustova, K. V. : Phys. Met. Metall, 1978, vol. 44, nr. 4, p. 99—103.

[11] Welpman, K. ș.a. : *Aliajele de aluminiu-litiu o nouă generație de aliaje ușoare.* În : Aluminium, Germania, nr. 10 și 11, vol. 60, 1984.

[12] Williams, D. B. : *Proc. 1 Internat. Al—Li Conference,* Stone Mountain, Ca, S.U.A., 1980 ; The Metall. Soc. AIME, Warrendale, Pa, S.U.A., 1981. S89.

Revista revistelor

STAHL, R.F.G., nr. 2, 1992

— De la material la elemente de construcție. Materiale inginerești și utilizarea lor tehnică (Congres VDI, martie 1992, Berlin), p. 10

— Reciclarea automobilelor (Congres VDI, Wolfsburg, XI, 1991), p. 13

— Congrese 1992, p. 30

— Calculul călibilității oțelurilor de cementare și de ameliorare, pe baza încercării de răcire frontală (DIN 50191), p. 31

— Stadiul de dezvoltare a oțelurilor călibile prin precipitare, feritoperlitice (AFP), cu vanadiu, p. 36

— Caracteristicile oțelurilor nobile de construcții, în stare BY (după răcire controlată din căldura laminării), pentru deformare la rece, p. 42

— Considerații asupra proprietăților de așchi re a oțelurilor nobile, p. 46 e

— Așchierea oțelurilor sărace în sulf, p. 52

— Așchierea pieselor forjate în tăietură întreruptă, p. 54

— Călirea cu jet de electroni, p. 57

— Procedee de nitrurare și nitrocarburare. Generalități și tendințe de dezvoltare, p. 61

— Instalații de nitrurare și nitrocarburare — verificate și noi, p. 66

— Oțeluri pentru nitrurare și nitrocarburare, p. 72

— Nitrurarea cu gaz, controlată, a materialelor feroase, p. 77

— Utilizarea industrială a nitrocarburării cu gaz și plasmă, p. 84

— Avantajele și multilateralitatea nitrocarburării în baie de sare, p. 89

— Nitrurarea cu gaz. Exemple de utilizare și mărimi de influență, p. 93

— Procedeul ELTROPULS de nitrurare cu plasmă — prezentare, p. 98

— Procedeele de prelucrare a suprafețelor, pentru creșterea rezistenței la coroziune și la uzură prin frecare, a materilelor feroase, p. 101

— Oțeluri aliate cu azot pentru lagăre de rostogolire, p. 106

— Scule pentru prelucrarea sticlei — alegerea materialului, tratamentul termic și îmbunătățirea caracteristicilor suprafeței, p. 110

METALLURGICAL PLANT AND TECHNOLOGY *R.F.G., 1992, nr. 1*

— Internaționalizarea în domeniul industriei și probleme legate de comerț, p. 20

— Aplicarea tehnologiei moderne cu trei cilindri în laminoarele de sîrmă și bare pentru obținerea produselor de calitate superioară, p. 28

— Sisteme integrate de control pentru instalațiile de turnare continuă și componentele acestora, p. 38

— Comparație între diferite procedee de laminare transversală pentru etapele de alungire aplicate în producerea de țevi fără sudură, p. 48

— Noul laminor de tablă cu o lățime de 3400 mm pus în funcțiune la firma Dongkuk Steel Mill Co., Ltd. din Coreea de Sud, p. 60

— O nouă mașină de forjare radială hidraulică pentru materiale dificil de prelucrat prin deformare, p. 68

— Progrese în domeniul automatizării liniilor de ambalare a rulourilor, p. 72

— Acoperirea în vid a benzilor din oțel, p. 78

— Conceptul de automatizare a unei linii de acoperire a rulourilor, p. 88

NOI REALIZĂRI ÎN DETERMINAREA RAPIDĂ A COMPOZIȚIEI CHIMICE A TOPITURILOR FEROASE

Ing. D. ANGHELINA
Ing. M. BENȚA
Ing. ILEANA ANGHELINA
S. C. SIDERURGICA S. A. Hunedoara

C.Z. : 669.16/18.66.014

Utilizarea unor metode rapide de determinare a compoziției chimice a oțelului lichid în cursul procesului de elaborare duce la importante reduceri ale costurilor de fabricație, precum și la îmbunătățirea calității oțelurilor.

Oțelarii au căutat soluții pentru a obține date vizînd compoziția chimică a băii metalice în timpul procesului. Metodele convenționale utilizate în prezent impun atît întreruperea acestuia pentru prelevarea probei, cît și un consum mare de timp în vederea determinării compoziției chimice.

În prezent, există numeroase studii cu privire la determinarea rapidă a acesteia prin metode spectrometrice neconvenționale. În continuare se descrie metoda ASEIL (analiză spectrală a emisiei induse cu laser) utilizată în conducerea procesului de elaborare în convertizor AOD, la Societatea Krupp Stahl Bochum (Germania).

PRINCIPIUL METODEI

Pornind de la fundamentele fizice ale structurii atomului și de la teoriile emise de Rutherford, Bohr, Sommerfeld, Heisenberg etc., cunoștințele acumulate referitoare la caracteristicile spectrelor discontinue, ce sînt caracteristice și topiturilor feroase, pot servi drept bază pentru determinarea naturii și conținutului elementelor chimice componente.

Principalele probleme ale determinării spectrometrice constau în excitarea atomilor componenți aflați într-o porțiune a băii metalice supuse determinării, detectarea liniilor spectrale ale radiației spectrale generate și prelucrarea informației rezultate [1].

Principiul de măsurare este redat în figura 1. Ca sursă de excitație optică se utilizează un laser a cărui rază este focalizată pe suprafața metalului lichid printr-o fantă practicată în peretele din material refractar. Raza laser focalizată produce pe suprafața de contact o plasmă fierbinte, a cărei temperatură depășește în centru 20000 K (fig. 2).

Radiația UV emisă de aceasta este transmisă sistemului de difracție al spectrometrului cu ajutorul unei fibre optice, avînd coeficient ridicat de transmisie în acest domeniu. Detectarea liniilor spectrale din radiația astfel transmisă se realizează cu ajutorul unui analizor optic multicanal cu rezoluție în timp.

Concentrația elementelor chimice este calculată cu ajutorul unui computer pe baza intensității liniilor spectrale. De asemenea, temperatura băii metalice se poate determina utilizînd

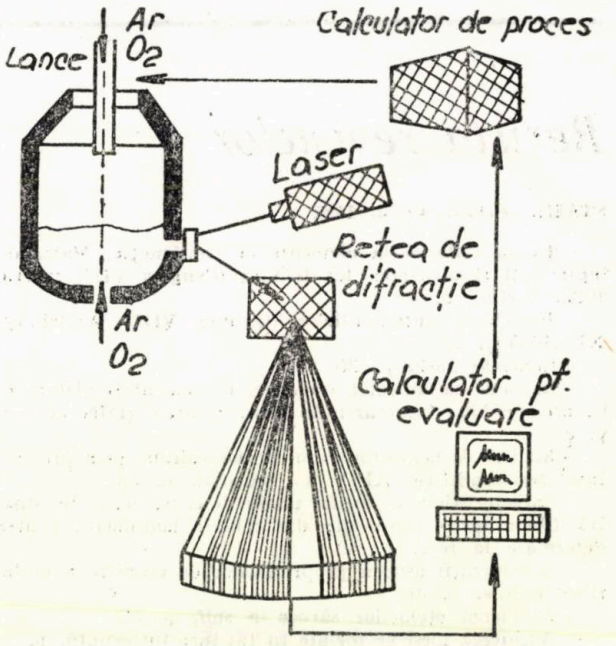


Fig. 1. Principiul de determinare directă a compoziției chimice a băii metalice

Fig. 1. Direct evaluation principle for metal melt chemical analysis

un dispozitiv pirometric. Toate aceste informații sînt transmise mai departe calculatorului de conducere a procesului.

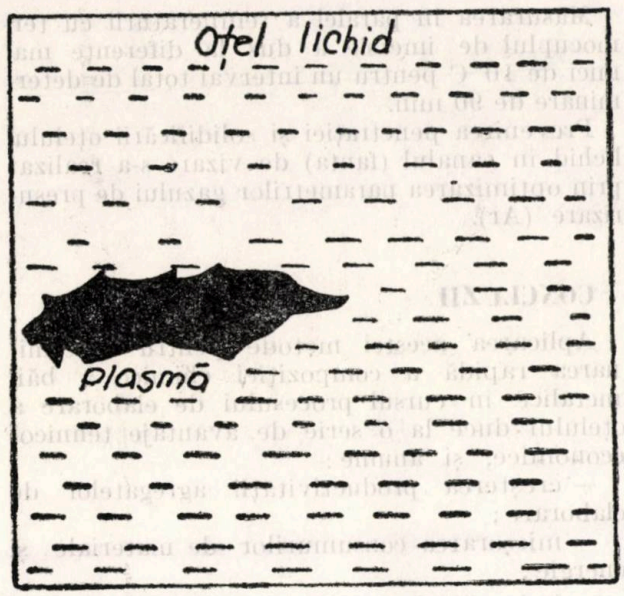


Fig. 2. Obţinerea plasmei în zona de focalizare a radiaţie laser

Fig. 2. Plasma generation in the laser focal zone

EXPERIMENTĂRI ALE METODEI ASEIL

Pentru aplicaţii industriale (cuptor de topire şi elaborare, convertizor, distribuitor pentru turnarea continuă), sistemul fantă — laser — element optic de transmisie se montează direct pe mantaua exterioară într-o cutie etanşă, prevăzută cu sistem de răcire (fig. 3).

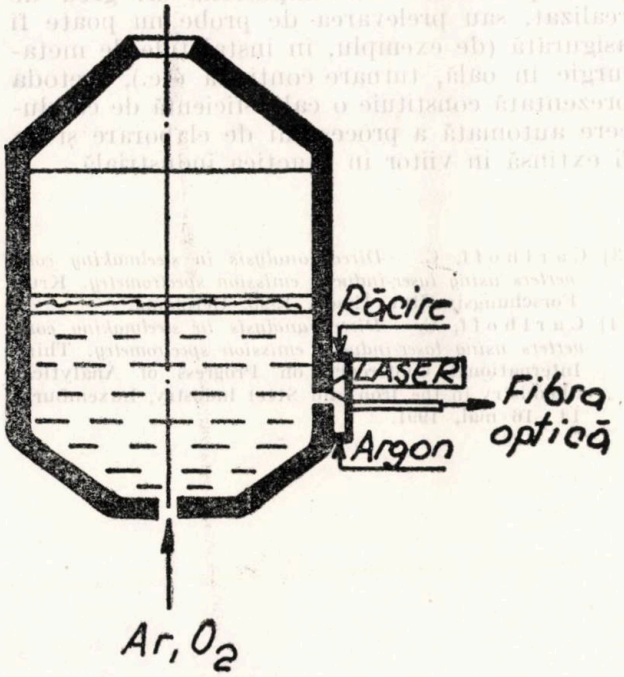


Fig. 3. Montarea dispozitivului de obţinere a radiaţiei UV analizabile cu spectrometrul

Fig. 3. Device arrangement for spectrometer analyse UV-rays generation

Această montare rigidă asigură atît alinierea corectă din punct de vedere optic, foarte importantă în astfel de experimentări, cît şi presurizarea cu argon în vederea prevenirii penetrării oţelului lichid prin fantă. În acest mod, sistemul prevăzut cu răcire poate rezista condiţiilor de mediu specifice agregatelor pentru elaborarea oţelului [3].

Restul instalaţiei se montează pe platforma de lucru, în apropierea agregatului respectiv.

Experimentele cu metoda ASEIL, evidenţiate în literatura de specialitate [2], [3], au utilizat cuptoare de topire cu inducţie de 20 kg, respectiv 1,5 t capacitate, şi un laser de înaltă putere de tip Nd: YAG, fiind obţinute curbe de etalonare pentru o serie de elemente chimice (C, Si, Mn, Ni, Cr).

Metoda de determinare prezentată a necesitat o perioadă totală de implementare de cca doi ani, suportul financiar al cercetării în cadrul Institutului Krupp realizîndu-se de către Ministerul German al Cercetării şi Tehnologiei (BMFT) şi, respectiv, de către Comisia Europeană pentru Cărbune şi Oţel (CECO).

Finalizarea cercetărilor s-a realizat în laboratoarele Universităţii din Madrid, iar aplicarea industrială, la un convertizor de tip AOD al Societăţii Krupp Stahl Bochum, începînd cu luna aprilie 1990. Metoda a putut fi utilizată în conducerea procesului după cîteva luni de experimentări industriale.

REZULTATE ALE EXPERIMENTĂRILOR INDUSTRIALE

Spectrul de emisie al radiaţiei rezultate (fig. 4) se obţine în domeniul ultraviolet prin acumularea a circa 200 impulsuri laser, ceea ce asigură o creştere semnificativă a reproductibilităţii rezultatelor. Întreaga durată a determinării compoziţiei chimice reprezintă circa 10 s. Cu toată deschiderea mică a unghiului de observare prin

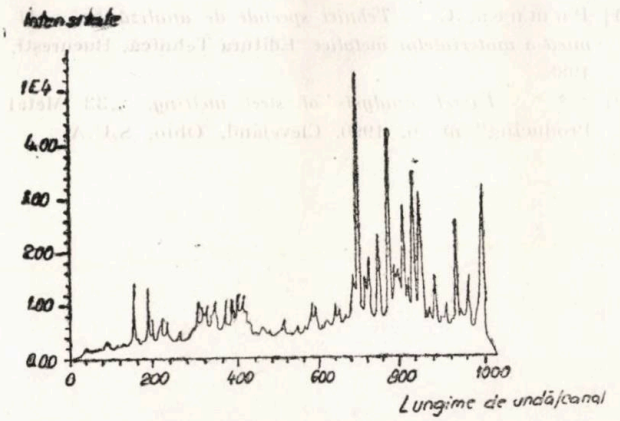


Fig. 4. Spectrul de emisie al topiturii de oţel (λ_o = 193,1 nm)

Fig. 4. Steel melt emission spectrum

fantă și a faptului că lungimea traseului optic este mare (circa 6—7 m), rezoluția spectrului obținut este excelentă.

Determinarea carbonului se poate face cu o precizie foarte bună prin evaluarea raportului intensității liniei obținute și a liniei standard, utilizînd un model matematic adecvat. Acesta ține seamă de intensitatea liniei radiației continue și de influența liniilor învecinate. La conținuturi foarte mici de carbon, curba de etalonare se aplatizează, determinarea fiind posibilă pînă la valori sub 200 ppm. Conținutul de alte elemente chimice se determină în mod similar.

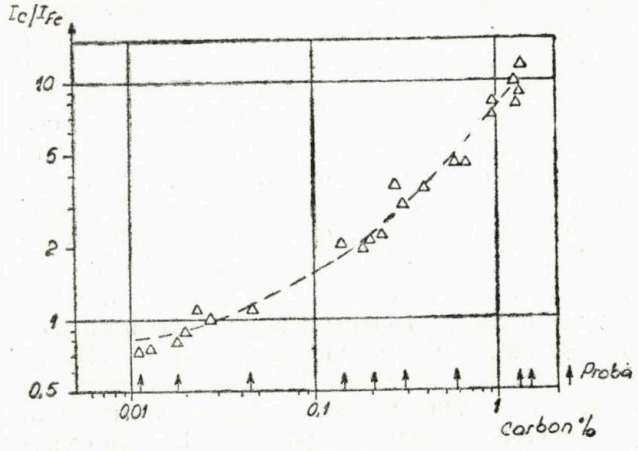


Fig. 5. Curba de calibrare pentru diferite conținuturi de carbon la elaborarea oțelului

Fig. 5. Calibration diagram for various carbon contents a steelmaking

În figura 5 este prezentată curba de calibrare pentru determinarea conținutului de carbon, realizată cu ajutorul unor probe prelevate prin lance.

Măsurarea în paralel a temperaturii cu termocuplul de imersie a dus la diferențe mai mici de 10° C pentru un interval total de determinare de 90 min.

Prevenirea penetrației și solidificării oțelului lichid în canalul (fanta) de vizare s-a realizat prin optimizarea parametrilor gazului de presurizare (Ar).

CONCLUZII

Aplicarea acestei metode pentru determinarea rapidă a compoziției chimice a băii metalice în cursul procesului de elaborare a oțelului duce la o serie de avantaje tehnico-economice, și anume:

— creșterea productivității agregatelor de elaborare;

— micșorarea consumurilor de materiale și energie;

— îmbunătățirea calității oțelului.

În plus, față de metoda de obținere a radiației prin excitație cu raze X prezintă avantajul că poate asigura determinarea tuturor elementelor chimice, inclusiv cele cu $Z < 11$. De asemenea, analiza directă a băii metalice lichide oferă o mai bună precizie și repetabilitate a rezultatelor datorită omogenității topiturii și a numărului mult mai redus de incluziuni nemetalice ce pot influența rezultatul determinării.

Datorită acestor avantaje, precum și faptului că ea se poate aplica acolo unde întreruperea procesului este imposibilă ori greu de realizat, sau prelevarea de probe nu poate fi asigurată (de exemplu, în instalațiile de metalurgie în oală, turnare continuă etc.), metoda prezentată constituie o cale eficientă de conducere automată a procesului de elaborare și va fi extinsă în viitor în practica industrială.

BIBLIOGRAFIE

[1] Pumnea, C. — *Tehnici speciale de analiză fizico-chimică a materialelor metalice*. Editura Tehnică, București, 1988.

[2] * * * — *Direct analysis of steel melting*, „33 Metal Producing" nr. 6, 1990, Cleveland, Ohio, S.U.A.

[3] Carlhoff, C. — *Direct analysis in steelmaking converters using laser-induced emission spectrometry*. Krup Forschungsinstitut, Essen, 1990, Germania.

[4] Carlhoff, C. — *Direct analysis in steelmaking converters using laser-induced emission spectrometry*. Third International Conference on Progress of Analytical Chemistry in the Iron and Steel Industry, Luxemburg, 14—16 mai, 1991.

METODE MATEMATICE DE ANALIZĂ A TEXTURII

I. Funcţia de distribuţie a orientării cristalografice

Dr. ing. DOINA RĂDUCANU

Institutul Politehnic Bucureşti

C.Z. : 621.785 : 669.14.018.583

În practica industrială, obţinerea materialelor texturate vizează o serie de aspecte, cum sînt: proprietăţile impuse materialului, direcţia în care aceste proprietăţi prezintă un optim, modul de folosire a produsului respectiv etc. Posibilităţile de obţinere a materialelor texturate sînt extrem de diverse, începînd cu solidificarea direcţională, metalurgia pulberilor, electrodepunerea şi sfîrşind cu deformarea plastică la rece asociată cu recristalizarea .

Cele mai complete informaţi privind tipul de textură se obţin experimental prin tehnici difractometrice din figurile de poli. Totuşi, în cazul texturilor complicate sau pentru evaluări cantitative, datele furnizate de figurile de poli sînt insuficiente.

Prin prelucrarea matematică a datelor experimentale, provenite din figurile de poli cu ajutorul funcţiei de distribuţie a orientării cristalografice (F.D.O.), s-a făcut un mare pas înainte în domeniul modalităţilor de investigare şi interpretare a informaţiilor în legătură cu materialele texturate.

În lucrarea de faţă se încearcă o prezentare sintetică a algoritmului de calcul pentru funcţia de distribuţie a orientării cristalografice, avînd în vedere faptul că lucrările care folosesc ca modalitate de prelucrare a datelor această funcţie se referă extrem de sumar la calculul în sine al funcţiei, accentul fiind pus pe comentarea şi interpretarea rezultatelor obţinute cu ajutorul ei [1]—[5].

În materialele policristaline, grăunţii cristalini pot avea orientări diferite unul în raport cu celălalt sau în raport cu anumite direcţii ale produsului căruia îi aparţin. Dacă se asociază un sistem rectangular de coordonate pentru produs (probă), codificat K_A, şi unul pentru celula elementară a grăunţilor cristalini, codificat K_B, în cazul materialelor netexturate situaţia este cea observată în figura 1. În particular, dacă produsul (proba) este obţinut prin laminare, cele trei direcţii ale sistemului K_A vor fi denumite convenţional : DL (direcţia de laminare), DT (direcţia transversală pe direcţia de laminare) şi DN (direcţia normală la planul probei).

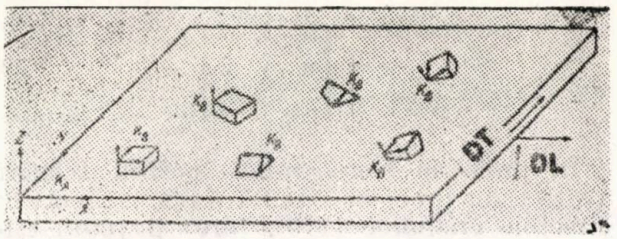


Fig. 1 — Sistemul de coordonate al probei (K_A) şi sistemul de coordonate al celulei cristaline elementare (K_B)

Fig. 1. The coordinate systems for the sample (K_A) and for the elementary crystal cell (K_B)

Orientarea grăunţilor cristalini în probele policristaline este descrisă de rotaţia (g) a sistemului de coordonate K_A al probei în raport cu sistemul de coordonate K_B al celulei elementare. Plecînd de la o orientare oarecare a celulei elementare în raport cu sistemul K_A, cele două sisteme de coordonate coincid numai după efectuarea a trei rotaţii consecutive cu unghiurile φ_1, Φ şi φ_2 în jurul axelor Z, X'' şi Z'. Cele trei unghiuri Euler (φ_1, Φ şi φ_2) caracterizează astfel rotaţia g (fig. 2) :

$$g = \{\varphi_1, \Phi, \varphi_2\} \qquad (1)$$

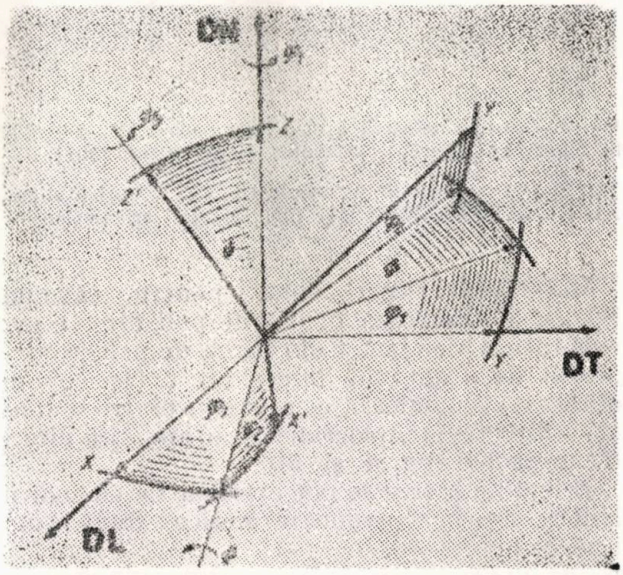


Fig. 2 — Definiţia unghiurilor Euler : φ_1, Ø, φ_2

Fig. 2. Definition of Euler angles : φ_1, Ø, φ_2

Unghiurile φ_1 și φ_2 cu care se efectuează rotațiile în jurul axelor Z și Z' variază între 0 și 2π, iar unghiul θ cu care se efectuează o rotație în jurul axei X'' variază între 0 și π. Textura cristalografică rezultă din suprapunerea anumitor direcții cristalografice cu DL sau DN. Astfel, dacă normala la planul probei DN se exprimă cu indicii Miller [h, k, l], DL cu indicii [u, v, w] și DT cu indicii [x, y, z], se obține g :

$$g = \begin{bmatrix} h & k & l \\ u & v & w \\ x & y & z \end{bmatrix} \qquad (2)$$

În proiecție stereografică, poziția relativă a direcțiilor probelor DL, DT și DN în raport cu direcțiile cristaline [110], [010] și [001] este prezentată în figura 3.

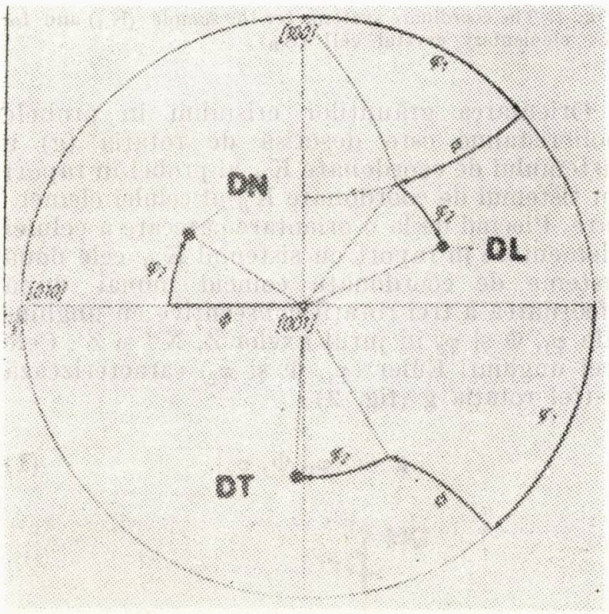


Fig. 3 — Poziția relativă a direcțiilor probei DL, DT, DN în raport cu direcțiile cristaline [100], [010], [001]

Fig. 3. The positions of the sample DL, DT, DN orientations, relative to [100], [010] and [001] crystal orientations

Materialul experimental pentru calculul F.D.O. îl furnizează figurile de poli directe sau reciproce. Orice punct din figura de poli (caracterizat de o anumită intensitate a fasciculului difractat) semnalează coincidența dintre o anumită direcție cristalografică și o anumită direcție a probei (fig. 4 și 5).

Direcțiile h și y se pot exprima fie cu indicii Miller, fie în coordonate sferice, după cum urmează :

$$h = \{h_1, h_2, h_3\}; \quad h = \{\varnothing, \beta\} \qquad (3)$$

$$y = \{y_1, y_2, y_3\}; \quad y = \{\varnothing, \beta\} \qquad (4)$$

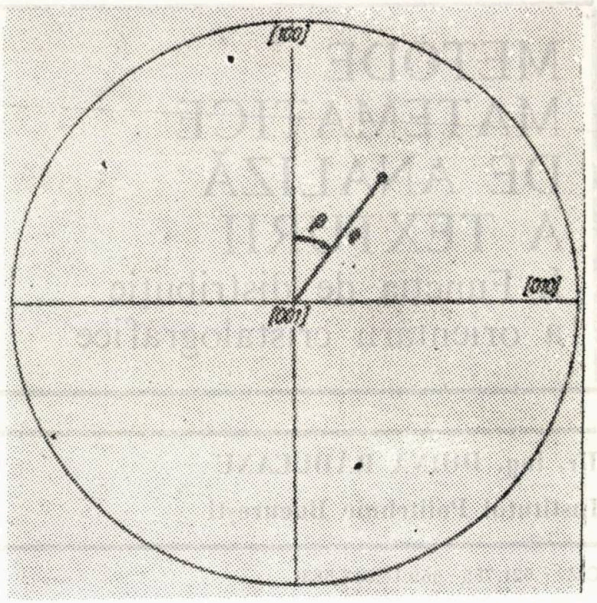


Fig. 4 — Orientarea (Ø, β) a unei direcții a probei în funcție de sistemul de coordonate al celulei elementare cristaline

Fig. 4. (Ø, β) orientation of a sample direction, relative to the crystal cell coordinate system

Între unghiurile β, γ și φ_1, φ_2 există următoarele relații :

$$\beta = \varphi_2 + \frac{\pi}{2}; \quad \gamma = \varphi_1 + \frac{\pi}{2} \qquad (5)$$

Funcția de distribuție a orientării cristalografice (F.D.O.) fiind o funcție de variabilă g,

$$\text{F.D.O.} = f(g) \qquad (6)$$

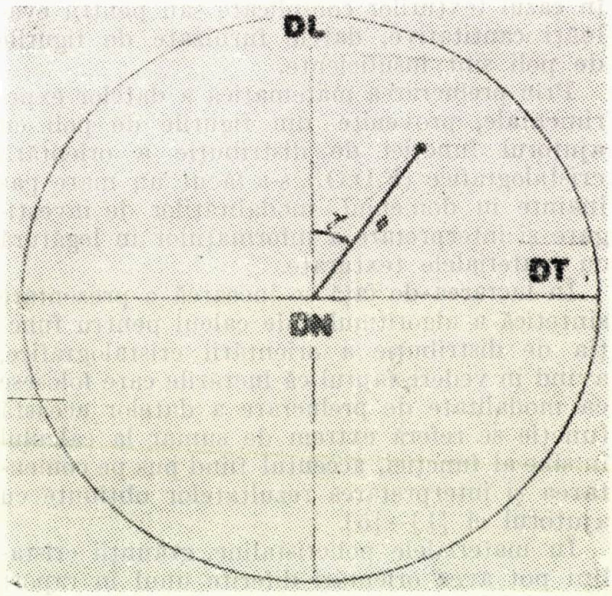


Fig. 5 — Orientarea (Ø, γ) a unei direcții cristalografice în raport cu sistemul de coordonate al probei

Fig. 5. (Ø, γ) orientation of a crystal direction, relative to sample coordinate system

fiecărui punct din spaţiul Euler cu o anumită orientare $g = (\varphi_1, \Phi, \varphi_2)$ îi corespunde o anumită intensitate a orientării exprimată de funcţia f(g), aceasta fiind valoarea F.D.O. în punctul g.

Din punct de vedere matematic, funcţia f(g) este definită de:

$$\text{F.D.O.} = \frac{dV}{V} = f(g)\, dg \qquad (7)$$

care exprimă volumul dV din probă pentru care orientarea cristalografică variază între g şi (g + dg).

Funcţia nu poate fi măsurată direct, dar poate fi calculată din figurile de poli directe sau reciproce obţinute experimental prin tehnici difractometrice. Figurile de poli reprezintă de fapt proiecţia plană a F.D.O.

O metodă de a calcula F.D.O. este dezvoltarea în serie armonică de funcţii sferice cu simetrie apropiată, care sînt de fapt soluţii ale ecuaţiei de undă a lui Schrödinger pentru simetrie înaltă:

$$f(g) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{\mu=1}^{M(l)} \sum_{\nu=1}^{N(l)} C_l^{\mu\nu} \dot{T}_l^{\lambda\nu} \qquad (8)$$

sau forma echivalentă:

$$f(\varphi_1, \Phi, \varphi_2) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{n=-1}^{+1} \sum_{n=-1}^{+1} C_l^{mn} \cdot e^{im\varphi_2} \cdot P_l^{mn}(\Phi) \cdot e^{in\varphi_1} \qquad (9)$$

în care punctele simbolizează simetria probei, respectiv a celulei elementare cristaline. La dreapta sînt plasate punctele care semnifică simetria probei (.), iar la stînga punctele care semnifică simetria cristalului (:); $C_l^{\mu\nu}$ şi C^{mn} sînt coeficienţii F.D.O. care se determină din date experimentale; $\ddot{T}_l^{\mu\nu}$ (g) este o funcţie sferică simetrică, iar p^{mn} (Ø) — o funcţie Legendre, ambele dependente de asociaţia simetrie probă — simetrie celulă elementară cristalină.

Seria se trunchiază în mod obişnuit la valori pentru $l < 22$ deoarece sînt foarte puţine cazurile în care tipul de textură (foarte complicat în genere) să impună acest lucru.

Pentru un l precizat (finit) numerele M(l) şi N(l) depind de simetria cristalului, respectiv de simetria probei, şi reprezintă numărul de soluţii independente pentru funcţia sferică, luînd în considerare simetria cristalului — M(l), respectiv pentru simetria probei — N(l) [6]—[8] Funcţia de distribuţie a orientării cristalografice se prezintă de regulă grafic, efectuîndu-se secţiuni plane la valori alese pentru unghiul φ_1, unghiurile Ø şi φ_2 variind între 0 şi $\frac{\pi}{2}$. Aceste secţiuni plane conţin curbe de izointensitate a fasciculului difractat pentru anumite plane şi direcţii cristalografice. Reunite, secţiunile plane dau o imagine volumetrică asupra fibrelor de textură din produs.

Practic, pentru determinarea F.D.O. este necesar să se parcurgă două etape: calculul coeficienţilor F.D.O. ($C_l^{\mu\nu}$) şi al funcţiilor sferice ($\ddot{T}_l^{\mu\nu}$). La rîndul lor, aceste module ale calculelor presupun o tehnică de lucru specifică. Dată fiind complexitatea problemei, aceste două etape de calcul, împreună cu un exemplu practic, vor fi luate în discuţie într-o lucrare viitoare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Emren, E. In: Acta Metallurgica, Anglia, vol. 34, nr. 7, 1986, pag. 1289—1301.

[2] Emren, F, Luke, K. In: Acta Metallurgica, Anglia, vol. 34, nr. 11, 1986, pag. 2105—2117.

[3] Kallend, J. S., Morris, P. P. In: Acta Metallurgica, Anglia, vol. 24, 1976. pag. 361—370.

[4] Sanak M., Darmann, G. In: Met. Trans., Japonia, vol. 14, A, ian. 1983, pag. 11—21.

[5] Enlger, O., Luke, K. Simpozion de tribologie şi ştiinţa materialelor, Galaţi, septembrie 1988.

[6] Bunge, H. I. In: Zeitschrift für Metallkunde, Germania, nr. 6, 1965, pag. 378—379.

[7] Bunge, H. I. In: Zeitschrift für Metallkunde, Germania, nr. 12, 1965, pag. 872—894.

[8] Bunge, J., I. In: Physica Status Solidi, vol. 26, nr. 1, 1968, pag. 167—172.

JGHEABURI ELECTROMAGNETICE PENTRU TRANSPORTUL ŞI DOZAREA METALELOR TOPITE

Conf. dr. ing. O. PEŞTEANU
Universitatea din Braşov
Ing. fiz. I. POPESCU
Intreprinderea de Autocamioane Braşov

C.Z. : 621.313.5

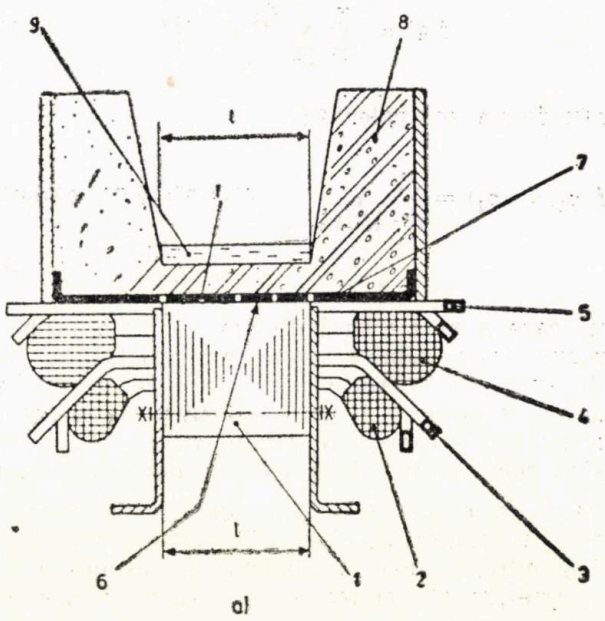
În această lucrare este prezentată construcţia nouă a unor jgheaburi electromagnetice cu puteri aduse la aceleaşi performanţe (unghi de înclinare, lungime şi debit) [1], [2] şi cu înfăşurări alimentate direct de la reţea. Scopul lucrării este stabilirea unor formule de calcul electromagnetic şi hidraulic al jgheabului electromagnetic.

Construcţia jgheabului electromagnetic

Înfăşurarea trifazată a inductorului este în general constituită din conductoare tubulare răcite direct cu apă. Deoarece într-o crestătură pot fi prevăzute numai două conductoare, sînt necesare densităţi de curent relativ mari în înfăşurare. Astfel rezultă pierderi în înfăşurare prin efect Joule-Lenz şi deci puteri active mari între 16 kW (pentru aluminiu) şi 80 kW (pentru fontă). Datorită impedanţei reduse a înfăşurării, alimentarea de la reţea se face printr-un transformator coborîtor cu prize. Compensarea puterii reactive cu condensatoare nu este practic posibilă în secundarul transformatorului, din cauza tensiunii reduse. Rezultă că puterea transformatorului trebuie să fie egală cu puterea aparentă mare a inductorului jgheabului electromagnetic.

Pentru transportul aluminiului topit este utilizat şi un inductor de putere mică, cu bobine dispuse fiecare în jurul a cîte unui dinte statornic şi răcite indirect cu apă prin intermediul unor ţevi. În raport cu o înfăşurare obişnuită cu pas diametral se obţin însă forţe electromagnetice mai mici datorită factorului de înfăşurare mai redus, iar alimentarea de la reţea se realizează tot printr-un transformator.

Dezavantajele menţionate se pot înlătura prin utilizarea unor înfăşurări uzuale din sîrmă conectate direct la reţea şi răcite indirect cu apă : în crestăturile circuitului magnetic sînt prevăzute straturi de înfăşurări trifazate înseriate între ele, alternînd cu straturi de ţevi de



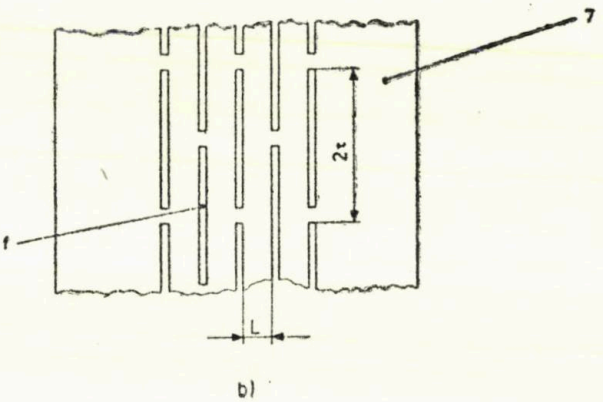


Fig. 1. *a*) — secţiunea transversală prin jgheabul electromagnetic: *1* — pachet de tole; *2* — înfăşurare inferioară; *3* — strat inferior de ţevi de răcire; *4* — înfăşurare superioară; *5* — stat superior de ţevi de răcire; *6* — foaie electroizolantă; *7* — placă (din oţel nemagnetic) de protecţie a inductorului; *8* — căptuşeală refractară; *9* — metal topit; *f* — fante
b) — vedere de jos a unei porţiuni a plăcii de protecţie a inductorului

Fig. 1 *a*) — cross-section through the electromagnetic trough: 1 — stack of sheets; 2 — lower winding; 3 — lower layer of cooling pipes; 4 — refractory lining; 5 — upper layer of cooling pipes; 6 — electroinsulating sheet; 7 — induction coil protection (non-magnetic) steel plate; 8 — refractory lining; 9 — molten metal; f — slots
b) — bottom view of a section of the induction coil protection plate

răcire (fig. 1, a). Se obţin astfel (la aceleaşi performanţe) puteri active reduse şi se elimină transformatorul de alimentare.

Pentru protecţia inductorului este utilizată o placă din oţel nemagnetic, situată între inductor şi căptuşeala refractară a jgheabului (fig. 1, a). În scopul reducerii pierderilor de putere prin curenţi turbionari, în placă pot fi prevăzute nişte fante longitudinale f (fig. 1, b) [2], prin care se amplifică efectul de capăt transversal.

Calculul electromagnetic

La distanţa d impusă (fig. 2), amplitudinea A_m a păturii de curent a inductorului se determină cu condiţia ca în dreptul suprafeţei stratului de metal topit de grosime (preliminară) h_2, componentele după Ox ale densităţilor de volum ale forţelor electromagnetice şi gravitaţionale să fie egale :

$$f_{eO}e^{-2\alpha h_2 i} = f_g,\ f_g = \gamma g \operatorname{sn} \theta, \qquad (1)$$

$$f_{eO} = C_f \frac{s\omega}{s\alpha\rho_2}(\mu_O A_m)^2 e^{-2\alpha d},\ \alpha = \pi/\tau,$$

în care γ, s şi ρ_2 sînt masa specifică, alunecarea medie şi rezistivitatea electrică ale metalului topit, g este acceleraţia gravitaţională, ω este pulsaţia tensiunilor de alimentare, τ lungimea pasului polar, iar C_f un coeficient de reducere a forţei datorită efectului de capăt transversal :

$$C_f = 1 - \operatorname{th} \xi/\xi,\ \xi = \alpha 1/2, \qquad (2)$$

unde 1 este lăţimea pachetului de tole (fig. 1, a). Grosimea h_2, a stratului de metal (fig. 2), în general mai mare decît grosimea iniţial considerată h_2, se obţine dintr-un calcul hidraulic prezentat în capitolul următor.

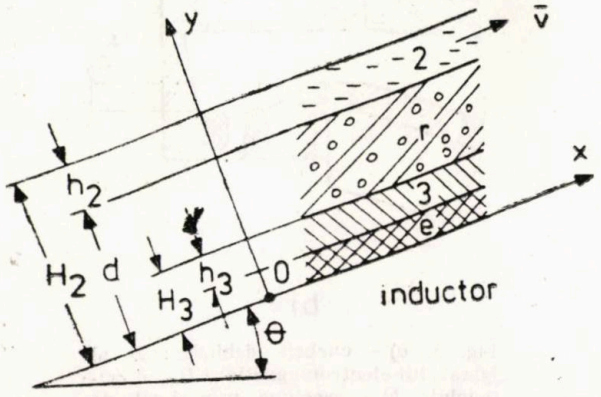


Fig. 2. Porţiune dintr-un jgheab electromagnetic: *2* — metal topit; *r* — căptuşeală refractară; *3* — oţel nemagnetic *e* — strat electroizolant

Fig. 2 Section of an electromagnetic trough

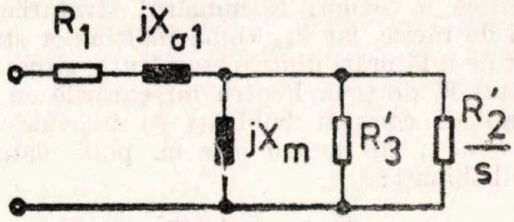


Fig. 3. Schema echivalentă a jgheabului electromagnetic

Fig. 3 The equivalent diagram of the electromagnetic trough

La calculul înfăşurării şi al performanţelor instalaţiei se utilizează schema echivalentă din fig. 3, în care $X_{\sigma 1}$ este reactanţa de scăpări pe fază a inductorului, iar R_1 este suma dintre rezistenţa pe fază a înfăşurării şi rezistenţa raportată R_r a ţevilor de răcire. Prin dezvoltarea în serie pentru cazul frecvenţelor joase ale expresiei impedanţei complexe raportate a ţevilor, se obţine pentru R_r (fig. 4) :

$$R'_r = \frac{w^2 1}{6pq\ \rho_r}\left(\frac{\omega\mu_0}{b_c}\right)^2 (b_r h_r^3 - b_a h_a^3)\, C \sum_{K=2}^{N} (h_{uK}/h_{uN})^2, \qquad (3)$$

în care w este numărul de spire înseriate pe o fază, p numărul de perechi de poli, q numărul de crestături pe pol şi fază, ρ_r rezistivitatea

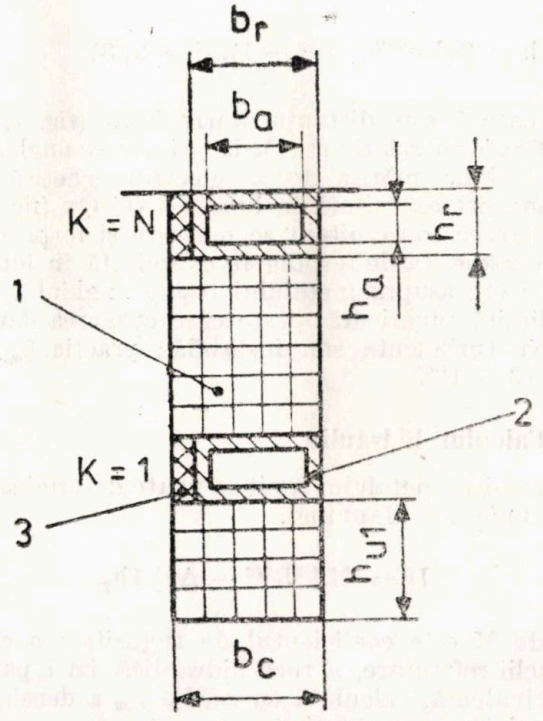


Fig. 4. Secţiune prin crestătura unui inductor cu N = 2 straturi de ţevi de răcire: *1* — înfăşurare; *2* — ţeavă de răcire; *3* — pană

Fig. 4 Cross-section through the slot of an induction coil with two layers of cooling pipes: 1 — winding; 2 — cooling pipe; 3 — wedge

electrică a ţevilor, N numărul straturilor de ţevi de răcire, iar h_{uK} suma înălţimilor straturilor de înfăşurări dintr-o crestătură, situate sub stratul K de ţevi. Pentru înfăşurările cu polii marginali complet bobinaţi se înlocuieşte în (3) C = 1, iar pentru cele cu polii marginali semibobinaţi :

$$C = 1 - 1/(4p). \qquad (4)$$

În fig. 3 : X_m este reactanţa circuitului magnetizant :

$$X_m = 2\omega m_{10}(wk_w)^2\, 1/(\pi p), \qquad (5)$$

m şi k_w fiind numărul de faze şi factorul de înfăşurare, iar R_2' şi R_3' — rezistenţele raportate ale celor două indusuri : metalul topit 2 şi placa de protecţie 3 (fig. 2) :

$$R_i' = k_{ri}k_{ei}\, m(wk_w)^2\, 2\rho_i 1C/(ph_i\tau), (i = 2, 3), \qquad (6)$$

unde k_{ri} sînt coeficienţii de creştere a rezistenţelor datorită efectului de capăt transversal, iar k_{ei} sînt nişte coeficienţi supraunitari datoraţi atenuării cîmpului magnetic (de la suprafaţa inductorului pînă în dreptul indusurilor) şi neuniformităţii sale pe grosimea indusurilor (fig. 2) :

$$k_{r2} = 1/C_f,\ k_{r3} = 1(1 - \text{th}\ \zeta/\zeta),\ \zeta = \alpha L/2,$$
$$k = 2\alpha h_i e^{2\alpha H_i}/(e^{2\alpha h_i} - 1),\ (i = 2, 3), \qquad (7)$$

în care L este distanţa dintre fante (fig. 1, b).

Conform relaţiilor (1), la creşterea unghiului θ trebuie mărită forţa electromagnetică de transport exercitată în lungul axei Ox (fig. 2). Deoarece concomitent se măreşte şi forţa electromagnetică de respingere exercitată în lungul axei Oy asupra metalului topit, unghiul θ are o limită superioară, peste care curgerea devine prea turbulentă sau instabilă ; practic $\theta_{max} = 16 - 18°$.

Calculul hidraulic

Debitul metalului topit se poate determina cu formula lui Manning :

$$D = (Mi_e^{1/2}R^{2/3} - \Delta v)\, 1h_2, \qquad (8)$$

unde M este coeficientul de rugozitate a căptuşelii refractare, R raza hidraulică, iar i_e panta echivalentă, calculată cu media f_{em} a densităţii forţei electromagnetice :

$$i_e = f_{em}/(\gamma g) - \sin\theta,$$
$$f_{em} = f_{e0}\,(1 - e^{-2\alpha h_2})/(2\alpha h_2). \qquad (9)$$

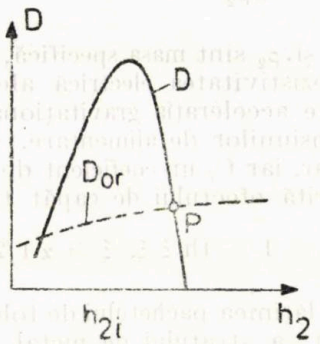
În (8) Δv este o corecţie a vitezei metalului topit, datorată distribuţiei neuniforme a forţelor electromagneti în lungul axei Oy (fig. 2) :

$$\Delta v = \left(\frac{f_{e0} - f_{em}}{2\tau\varkappa\gamma}\,\frac{h_2}{i_e g}\right)^{1/2},\quad \varkappa = 0{,}4. \qquad (10)$$

La valori efective constante ale tensiunilor de alimentare, deci practic la amplitudine A_m constantă, pentru diferite grosimi h_2 se obţine cu (8) curba debitului D din fig. 5, a. Punctul de funcţionare P se află la intersecţia ei cu curba debitului orificiului :

$$D_{or} = \varphi\,\pi\, e^2(2gh)^{1/2}, \qquad (11)$$

în care r este raza interioară a orificiului, φ coeficientul său de scurgere, iar $h \approx h_2 + \Delta h$ (fig. 5, b) este înălţimea stratului de metal topit deasupra orificiului ; curgerea corespunzătoare celuilalt punct de intersecţie a celor două curbe nu este stabilă.



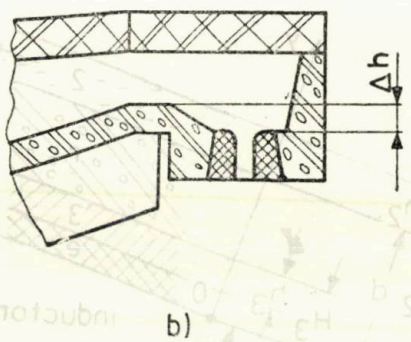


Fig. 5. *a*) — curbele debitelor : *D* al jgheabului electromagnetic şi D_{or} al orificiului ; *b*) — secţiune prin ciocul de turnare

Fig. 5 a) — flow rates for electromagnetic trough (D) and hole (D_{or}) ; b) — section through the nozzle

Realizări tehnice

Utilizînd construcţia şi rezultatele prezentate în lucrare, la Universitatea din Braşov au fost proiectate primele jgheaburi electromagnetice industriale româneşti, alimentate direct de la reţeaua trifazată cu $U_1 = 380$ V, f = 50 Hz :

— un jgheab electromagnetic pentru transportul aluminiului topit, cu următoarele caracteristici : P = 5,2 kW ; S = 40 kVA ; $\theta = 18°$; $\tau = 105$ mm ; l = 120 mm ; p = 6 ; d = 30 mm (fig. 3) ; $h_3 = 5$ mm ; masa Q transportată în unitatea de timp este reglabilă între 0,5 şi 4 kg/s cu un autotransformator monofazat prin modificarea tensiunii aplicate unei căi de curent a unei faze a înfăşurării, puterea maximă necesară reglării fiind 0,9 kVA ;

— un jgheab electromagnetic pentru dozarea fontei topite, cu : P = 12 kW ; S = 160 kVA ; $\theta = 16°$; $\tau = 216$ mm ; l = 290 mm ; p = 2 ; d = 47 mm ; $h_3 = 4$ mm ; L = 50 mm (fig. 1, b) ; Q ≈ 8 kg/s pentru un orificiu cu r = 23 mm ; dozarea se realizează prin menţinerea constantă a duratelor de turnare cu un releu de timp, care începe măsurarea timpului în momentul apariţiei jetului de fontă topită sub orificiu, apariţie sesizată cu ajutorul unei diode fotoelectrice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Peşteanu, O. *Inductor pentru transportul şi dozarea metalelor topite cu un jgheab electromagnetic.* Brevet de invenţie nr. 92 355.

[2] Peşteanu, O. *Placă metalică de protecţie a inductorului jgheabului electromagnetic.* Brevet de invenţie nr. 97 831.

Revista revistelor

METALLURGICAL PLANT AND TECHNOLOGY, *R.F.G., 1992, nr. 2*

— Ce aşteaptă societatea şi industria de la ingineri ?, p. 28

— Criterii de proiectare a sistemului de insuflare la cald pentru o funcţionare sigură şi eficientă a furnalului, p. 34

— Modernizarea sistemului de administrare a materialului pentru un furnal de mari dimensiuni, p. 48

— Fabricarea materialelor prereduse şi utilizarea acestora la cuptorul electric cu arc al oţelăriei Hadeed din Arabia Saudită, p. 52

— Sistemul de control al calităţii instalat la maşina de turnare a ţaglelor nr. 3 de la firma Slater Steel, Hamilton, Canada, p. 64

— Prima miniuzină care aplică tehnologia I.S.P. (fabricarea de bandă în flux) în comparaţie cu alte linii de fabricare a benzilor la cald, p. 66

— Instalaţii speciale de aer condiţionatutilizate în condiţii grele pentru punctele fierbinţi de lucru din oţelării, p. 84

METALLURGICAL PLANT AND TECHNOLOGY, *R.F.G., 1992, nr. 3*

— Consideraţii de bază cu privire la politica de protecţie a mediului înconjurător şi economisirea de energie, p. 24

— Economisire de energie şi reducerea cheltuielilor ca urmare a utilizării cuptorului electric cu arc cu curent continuu Unarc, p. 32

— Potenţial de modernizare a atelierului de finisare de la instalaţiile de turnare a sleburilor, p. 38

— Turnarea în formă finită şi aproape finită — noi realizări în minioţelării, p. 46

— Legarea la cald între instalaţia de turnare continuă şi laminoarele de bare de calitate comercială şi de sîrmă laminată, p. 52

— Utilizarea scanerelor cu laser pentru măsurarea profilelor de construcţii în timpul laminării, p. 60

— Tehnologie modernă aplicată la firma suedeză Fundia Steel, p. 64

CIORNAIA METALLURGHIIA, CERMETINFORMAŢIIA *C.S.I., 1992, nr. 1*

— Perfecţionarea bateriilor de cocsificare, pe plan mondial, p. 3

— Desilicierea fontei în hala de turnare a furnalului, pe plan mondial, p. 15

— Mijloace şi sisteme de apreciere a stării termice a utilajului minier şi metalurgic, p. 23

— Utilaje şi tehnologie pentru perforarea continuă a segmentului raclor de ulei, p. 29

— Laminarea benzilor pe laminorul 2500 fără încălzirea sleburilor în cuptoare cu vatră păşitoare, p. 30

— Influenţa stratului decarburat asupra calităţii suprafeţei şinelor, p. 33

— Experienţa utilizării instalaţiilor automatizate de control nedistructiv al calităţii produselor de metal, în întreprinderile concernului Metallurgprom, p. 36

— Atestarea tehnologiei de elaborare în convertizor a oţelului cu privire la influenţa asupra mediului înconjurător, p. 42

— Epurarea profundă a apelor reziduale de combinaţiile cromului cu şase valenţe pe baza extracţiei cu membrană, p. 44

CIORNAIA METALLURGHIIA, CERMETINFORMAŢIIA, *C.S.I., 1992, nr. 2*

— Situaţia şi perspectivele dezvoltării industriei de materiale refractare în C.S.I., p. 3

— Dezvoltarea mijloacelor de control şi de comandă a vidării oţelului, p. 16

— Comanda procesului tehnologic de elaborare în furnal, p. 24

— Elaborarea ferosiliciului cu 65% siliciu şi bariu în cuptor închis cu puterea de 63 MVA, p. 27

— Tehnologia de elaborare a oţelului 08lnT cu utilizarea vidării parţiale, p. 28

— Elaborarea oţelurilor cu compoziţie chimică precisă pentru obţinerea unui laminat cu rezistenţă ridicată, p. 29

— Creşterea eficienţei de laminare la cald a benzilor late din oţel pe laminorul 1700 de la C. M. Karaganda, p. 31

APRECIERI ASUPRA FENOMENELOR DE TRANSPORT ÎN ZONA BIFAZICĂ ÎN TIMPUL SOLIDIFICĂRII MATERIALELOR COMPOZITE TURNATE CENTRIFUGAL

Şef de lucrări ing. C. MIHĂILESCU
Institutul Politehnic Bucureşti

C.Z. : 621.74. 042

În condiţiile turnării de materiale compozite în forme centrifugate se pot depăşi dificultăţile legate de imprevizibilitatea deplasării particulelor de durificare (situaţie întîlnită în cazul turnării statice de astfel de materiale), prin luarea în calcul a influenţei forţei centrifuge asupra particulelor.

Necesitatea predicţiei cu o bună precizie şi într-un timp scurt a fenomenelor specifice (termodinamice, cinetice, de transfer masic) face necesară realizarea unui model matematic care să ofere informaţii corecte despre fenomenele citate şi, în acelaşi timp, să indice direcţia de optimizare a procesului în cauză.

Valoarea superioară a densităţii particulelor de SiC* comparativ cu densitatea materialului matricei (s-au avut în vedere în compozitele durificate cu SiCp) permite deplasarea cu rapiditate a acestora, prin faza lichidă supraîncălzită (dependent de viteza unghiulară şi de parametrii specifici turnării) spre partea periferică a piesei turnate încă din primele secvenţe ale alimentării cu aliaj (atît în cazul preamestecării metal de bază — particule, cît şi în cazul introducerii particulelor pe parcursul turnării).

Numeroase observaţii experimentale [1], [4], [10] au arătat că, în condiţiile solidificării statice, nucleaţia α-Al se produce departe de suprafaţa particulelor de durificare, iar particulele disperse sînt împinse de către dendritele de α-Al în lichidul eutectic subrăcit dintre şi din faţa dendritelor (procese de un tip similar au fost remarcate şi la α-Mg şi α-Zn). Aceste observaţii nu au avut în vedere fenomenele de retopire a dendritelor de către lichidul supraîncălzit alimentat prin convecţie dinspre axa termică şi nici influenţa forţei centrifuge manifestate asupra particulelor de SiC.

Revenind la modelul rejecţiei particulelor către zona lichidă din apropierea dendritelor, este de presupus că, ulterior creşterii ramurilor dendritice, se ajunge la situaţia captării particulelor în zonele interdendritice [16], ceea ce duce la ideea echivalării cu fenomenul de microsegregare dendritică.

În scopul dezvoltării unui model matematic, care să descrie fenomenele specifice referitoare la comportarea materialelor compozite cu matrice metalică în sistemul Al—Si, durificate cu particule disperse de densitate superioară matricei, s-a pornit de la următoarele aprecieri generale privind fenomenele care se produc în timpul solidificării în zona bifazică (de maxim interes) :

— dizlocarea unui volum de lichid subrăcit (îmbogăţit în elemente segregate) din volumul elementar de către o particulă de element de durificare ;

— avansarea interfeţei solid-lichid pe seama creşterii cristaline pentru matrice ;

— transferul de căldură după direcţia fluxului principal ;

— transferul de substanţă prin difuzie şi amestecarea în faza lichidă.

În tratarea actuală a unor astfel de probelme se constată o divizare a fenomenelor pe două niveluri distincte (din punct de vedere al formalismelor matematice utilizate) : 1 — nucleaţia şi creşterea cristalină, cuplată cu difuzia la scară microscopică ;

2 — modelarea transferului termic şi de masă la scară macroscopică.

* În foarte multe cazuri, pentru a creşte coeziunea între matrice şi particulele de adaos, acestea din urmă sînt acoperite cu Ni, NiP, CuP

Caracterizarea sistemului

Avînd în vedere unele aspecte experimentale privind caracterul şi forma zonelor structurale [10] pe secţiunea unei piese compozite turnate, se admite că ne găsim în varianta clasică pentru aliaje cu solubilitate parţială (fig. 1).

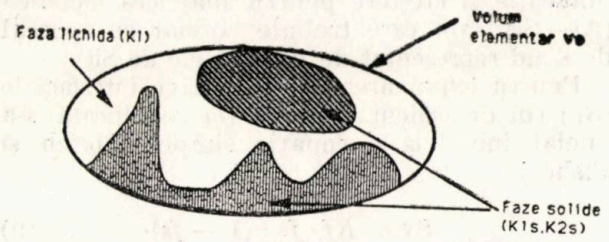


Fig. 1. Structura zonei bifazice în prezenţa unor particule de durificare

Fig. 1. 2-phase area structure with hardening particles

Din zona indicată vom separa un volum elementar (fig. 2) considerînd că este format din două faze solide (ks 1 şi ks2) şi o fază lichidă (k_1).

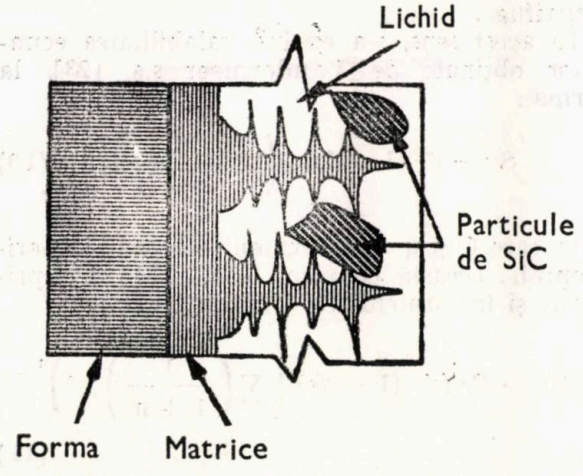


Fig. 2. Volumul mediu solid-lichid (K_{s1}, K_{s2} — faze solide; K_1 — faza lichidă)

Fig. 2. Solid-liquid average volume (K_{s1}, K_{s2} — solid phases; K1 — liquid phase)

Prin extensie, acest sistem poate conţine un număr oricît de mare de componenţi pentru fiecare fază considerată. Pentru volumul elementar dat (Vo) se pot scrie următoarele relaţii generale:

$$fs + fl + fp = 1 \qquad (1)$$

$$As = Al = Ai \qquad (2)$$

$$Gs = -Gl = G \qquad (3)$$

în care fs, fp şi fl sînt fracţiile volumice pentru fazele respective; As şi Al — aria interfacială; Gs şi Gl — transferul de masă determinat de nucleaţie şi creştere.

Pentru vitezele de deplasare a interfeţelor de separare a fazelor se poate considera că, după ce au cunoscut o deplasare dictată de o rezultantă de tip centrifugal în lichid, la nivelul spaţialităţilor interdendritice, satisfac expresia:

$$ws = wl = w \qquad (4)$$

în care: ws, wl şi w reprezintă viteza de deplasare a interfeţei.

În condiţiile în care se apreciază drept foarte importante fenomenele de transport, particulele de SiC (de fapt particulele de durificare în general) nu pot suferi fenomene de retopire şi vor fi capturate de către frontul de solidificare, formînd o zonă relativ compactă pe secţiunea piesei turnate sau se vor regăsi în spaţiile interdendritice (observaţiile metalografice [10] susţinînd această ipoteză).

Pentru a putea caracteriza fenomenele de transport la nivelul volumului elementar, atît pentru creşterea cristalului matricei, cît şi pentru particule, se face apel la o caracteristică geometrică de bază cu bună aplicabilitate la forme complexe: aria relativă interfacială (Sv), a cărei relaţie de definiţie este:

$$Sv = Ai/Vo \qquad (5)$$

în care: Ai este aria interfacială iar V_o volumul elementar.

Această mărime este legată de fracţia volumică de material solidificat (fs) şi de caracteristicile geometrice interdendritice (distanţa dintre ramurile primare şi secundare). Variaţia lui Sv este de tip gaussian (la începutul solidificării este nulă pentru ca pe măsură ce se dezvoltă o structură solidă să crească pînă la valoarea maximă Svmax., iar după atingerea fracţiei solidificate critice să descrească, atingînd din nou valoarea zero la solidificarea completă a volumului elementar).

Prezenţa particulelor face să se modifice valoarea termenului Ai, în sensul creşterii sale:

$$S'v = \frac{\Sigma Ai}{Vo} \qquad (6)$$

Această creştere nu este numai dè ordin pur geometric, ci trebuie avută în vedere şi influenţa asupra fenomenelor de nucleaţie şi creştere la nivelul volumului indicat.

Cele două variante (cu şi fără particule de durificare) sînt prezentate în figura 3 (decalajul este aici mai degrabă calitativ, pentru latura de concepere a modelului nefiind strict necesare valori exacte).

Pentru un aliaj monofazic, în calculul fracţiei solidificate se foloseşte regula pîrghiei sau ecuaţia lui Scheil, dacă însă este vorba de un

allai multifazic (cum sînt cele din categoria Ai—Si, iar materialele compozite prin definiţie) fracţia solidificată urmăreşte o altă lege.

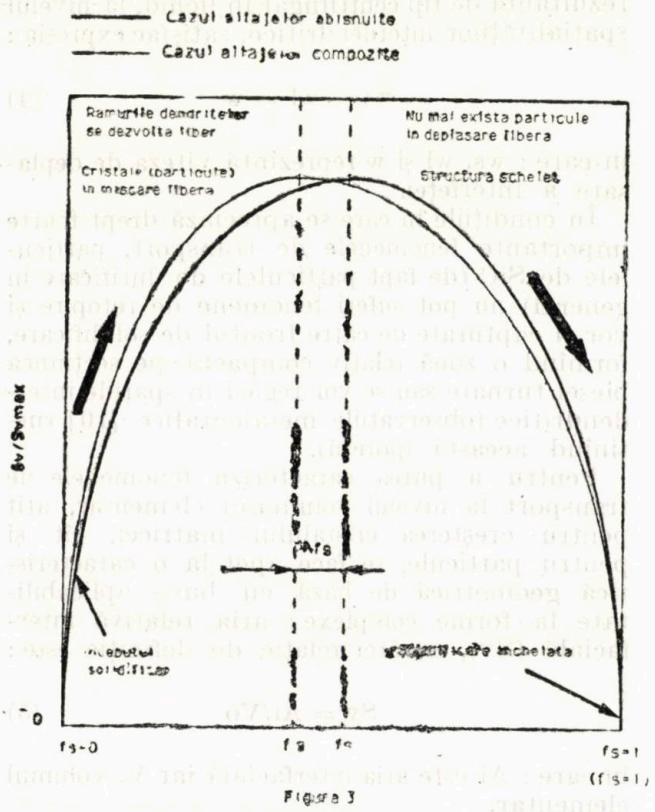


Fig. 3. Corelaţia dintre aria relativă interfacială (*Sv*) şi fracţia solidificată (*fs*)

Fig. 3. Correlation between relative interface area (Sv) and solidified draction (fs)

Dacă se are în vedere o cale „termică" pentru stabilirea lui *fs* se poate porni de la ecuaţia fluxului termic generat de tranziţia lichid-solid.

$$Q = L \frac{\partial fs(x, t)}{\partial t} \qquad (7)$$

în care căldura latentă de solidificare (L) se va încorpora în căldura specifică efectivă ($\rho C(T)$) sau într-o entalpie specifică (H(T)). Determinînd spectrul termic din ecuaţia Fourier (unidirecţională), se obţine fracţia solidificată la orice moment de timp (t).

Pentru contextul modelului se va adopta o altă cale de determinare, şi anume pe baza ecuaţiei de continuitate (conservare de masă) care are o arie mult mai generală de manifestare (nu face referiri directe la forma grăunţilor cristalini) :

$$\frac{\partial}{\partial t}(fs \cdot \rho_s) + \nabla(\rho_s \cdot \langle v_s \rangle) = S_V \cdot \rho_S \cdot w_{nss} \qquad (8)$$

unde: ρ_s = este densitatea fazei solide; v_s — volumul fazei solide; s – indicele fazei solide; $\bar{w}_{ns}$ – viteza medie de deplasare a interfeţei solid-lichid.

Revenind asupra relaţiei $Sv - fs$ trebuie să reamintim că dezvoltarea la nivelul microstructural considerat se desfăşoară în termeni de nucleaţie şi creştere pentru matricea metalică (Al—Si), fapt care trebuie corelat cu aportul de solid reprezentat de particulele de SiC.

Pentru exprimarea ariei relative interfaciale (*Sv*) (în dependenţă cu fracţia solidificată) s-a apelat iniţial la o ecuaţie simplă (Speich şi Fisher) :

$$Sv = Kf \cdot fs \cdot (1 - fs) \qquad (9)$$

în care *Kf* este un termen constant.

Datorită invalidării ei pentru capetele intervalului (de către valori experimentale) s-a căutat o altă ecuaţie, care să ţină seamă atît de forma specifică a interfeţei cît şi de fenomenele concrete de creştere în prezenţa unor particule străine matricei (ca geneză şi natură) şi a unui efort suplimentar determinat de forţa centrifugă.

În acest sens, s-a extins valabilitatea ecuaţiilor obţinute de Vandermeer s.a. [23], la forma :

$$Sv = C \cdot (1 - fs) \cdot \left(\ln \frac{1}{1 - fs}\right)^q \qquad (10)$$

în care C şi q sînt termeni constanţi experimentali; această ecuaţie, însă, poate fi exprimată şi în termeni de serie infinită :

$$Sv = C \cdot fs^q \cdot (1 - fs) \left(\Sigma \left(\frac{1}{1 + n}\right) fs^n\right)^q \qquad (11)$$

unde: n este factorul din dezvoltarea în serie infinită (dacă se înlocuieşte seria cu $(1 - fs^{-1/2}$ şi $q = 2/3$, ecuaţia capătă forma simplificată $Sv = Ks \cdot fs^{2/3} \cdot (1 - fs)^{2/3}$, factorul de formă *Ks* depinzînd de geometria particulei; astfel, pentru sfere, $Ks = 4\pi/3$).

Dacă pentru o structură dendritică *fs*max. (corespunzător valorii *Sv*max.) este egal cu 0,5, pentru germinarea particulelor sferice (cazul eutecticelor echiaxe) este important sistemul de cristalizare (de exemplu pentru sistemul c.f.c., fs max = 0,74), urmînd ca pentru alte forme geomerice să se apeleze la măsurători metalografice.

Asimetria ce apare pentru corelaţia $Sv = f(fs)$ este accentuată de existenţa de particule „străine" matricei, decalajul maximelor nefiind unul pur aritmetic (de genul *fs* mod = $= fs + fp$); trebuie apreciată şi influenţa par-

ticulelor de durificare asupra nucleaţiei. În acest sens, după o validare experimentală (intervalul dimensional pentru particulele de SiC fiind de 10—45 μm) s-a propus relaţia :

$$f_{s\text{-}mod} = fs \cdot (1 - f_p) \cdot \exp(-K) \qquad (12)$$

în care f_p este fracţia volumică de particule introduse în materialul compozit, iar k este o constantă experimentală egală cu 1,7.

Deoarece am apreciat că particulele au dimensiunea comparabilă cu interspaţialitatea dendritică (λ_t) a matricei (la nivelul ramurilor primare), densitatea volumică de cristale (Ni), corespunzător creşterii dendritice, se va exprima în dependenţă cu acestea :

$$\text{Ni/Nimax.} = (\lambda_t\text{max.}/\lambda_t)^{1/3} \qquad (13)$$

Consideraţii asupra interacţiunii particulelor de durificare cu faza lichidă, la limita zonei bifazice

Se consideră că structura caracteristică sistemului este o prematrice columnar-dendritică, ataşată unui substrat solidificat la contactul iniţial dintre aliaj şi formă şi din cristale libere ce pot fi capturate de către substrat, atît datorită avansării frontului de solidificare cît şi datorită mişcărilor proprii ale cristalelor libere (se au în vedere şi fenomene de suprafaţă şi de gradient de presiune).

În condiţiile indicate în partea introductivă, zona selectată se consideră că posedă o viscozitate dependentă de interacţiunea dintre faza solidă şi cea lichidă.

Ecuaţia, care are în vedere conservarea de impuls la nivelul volumului elementar (14), conţine termeni distincţi pentru presiune, respectiv pentru pierderea prin frecare :

$$P_k = \frac{1}{V_0}\int_{Ak} (\tau_k - p_k \cdot I) \cdot n_k \cdot dA = \overline{p_{ki}} \cdot \Delta f_k + P_k^d \qquad (14)$$

în care :

P_k resprezintă presiunea interfacială medie pentru faza k ;
τ_k — efortul de forfecare ;
I — tensorul unitate.

Termenul P_k^d reprezintă pierderea de impuls datorată frecării, caracterizată de un coeficient de frecare specific (C_d) şi fiind dependentă de modulul diferenţei de viteză între solid şi lichid.

Pentru o particulă sferică (p) ce se mişcă într-un lichid vîscos, impulsul P_p^d se determină (5) cu relaţia :

$$P_p^d = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_l \cdot A_f \cdot C_d |\Delta w_p| \cdot (v_p \mid v_l) \qquad (15)$$

unde ρ_l este densitate alichidului ; A_f — aria corespondentă contactului particulă-lichid ; v_p — volumul de fază solidă ; Δw — diferenţa de viteză de deplasare între particulă şi lichidul înconjurător ; v_l — volumul de fază lichidă.

Determinarea coeficientului specific de frecare se face (5) pe baza prezumţiei unei deplasări de tip Stokes (se apreciază că această aproximaţie nu va influenţa în mod esenţial coeficientul respectiv) pentru particulă şi a unei valori a numărului Reynolds, determinată pe baza relaţiei :

$$Re = \frac{|\Delta v_p| \cdot d_{ef} \cdot \rho}{\eta_m} \qquad (16)$$

în care : d_{ef} este diametrul efectiv de frecare ($d_{ef} = 3 \cdot Vs / 2.Ad$; Ad = aria expusă de frecare) ; η_m — vîscozitatea modificată (datorită prezenţei particulelor pentru lichid).

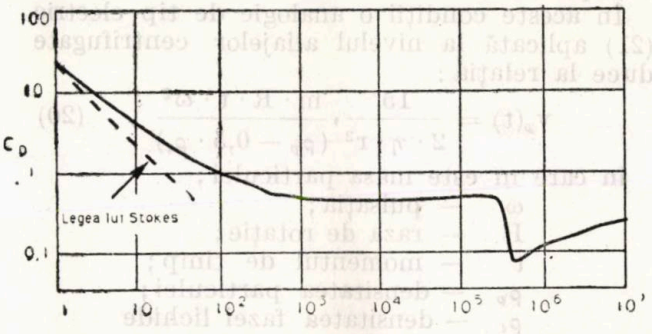


Fig. 4. Corelaţia dintre coeficientul de frecare (CD) şi regimul de curgere (Re)

Fig. 4. Correlation between fraction coefficient (C) and flow regime (Re)

Coeficientul de frecare (C_d), pentru acelaşi caz al particulelor sferice, se determină (2) în dependenţă cu regimul de curgere (reprezentat de criteriul Re) din figura 4, sau se apelează la relaţia (17) care aproximează cu o bună precizie valoarea coeficientului pentru zona Stokes :

$$C_d = (24/\text{Re}) \cdot (1 + 3 \cdot \text{Re}/16) \qquad (17)$$

Mărimea (ηm) ţine seamă de fracţia volumică de particule de durificare existentă (10), relaţia de legătură fiind :

$$\eta_p = \eta_l \left(1 + \frac{5}{2} \cdot f_p + 7{,}6 \cdot f_p^2\right) \qquad (18)$$

unde η_p este viscozitatea particulei, n_l = viscozitatea lichidului.

Pentru faza lichidă aflată în volumul elementar (deci într-o zonă cu arie specifică interfacială importantă), pierderea de presiune datorată frecării se exprimă (13) de asemenea funcţie de viteza relativă şi viscozitate, dar conţine şi un termen ce modelează penetrabilitatea structurii solide preformate (este vorba de zona bifazică) de către faza lichidă:

$$P_l^d = f_l^2 \cdot \mu_1 \cdot K^{-1} \cdot (\langle v_l \rangle - \langle v_s \rangle) \qquad (19)$$

unde μ_1 este viscozitatea; K^{-1} — factorul experimental; v_s — volumul de fază solidă; v_l — volumul de fază lichidă.

Revenind la deplasarea particulelor de durificare în condiţiile dictate de forţa centrifugă, viteza acestora în lichid ($v_p(t)$) se determină pe baza echilibrului forţelor ce acţionează asupra lor, dar cu următoarele simplificări:

— viteza iniţială a particulei este nulă;

— durata necesară deplasării, (t), este mult mai mare decît constanta de timp $\tau(\tau = (4 \cdot r^3/3)\ (\rho_p - 0{,}5 \cdot \rho_l))$;

— forţa centrifugă este mult superioară greutăţii particulei.

În aceste condiţii o analogie de tip electric (21) aplicată la nivelul aliajelor centrifugate duce la relaţia:

$$v_p(t) = \frac{15}{2 \cdot \eta \cdot r^3}, \frac{m \cdot R \cdot t \cdot \omega^2}{(\rho_p - 0{,}5 \cdot \rho_l)} \qquad (20)$$

în care m este masa particulei;

ω — pulsaţia;

R — raza de rotaţie;

t — momentul de timp;

ρ_p — densitatea particulei;

ρ_l — densitatea fazei lichide

Concluzii

Particulele de durificare, introduse în materialele compozite turnate, determină atît modificarea condiţiilor specifice de nucleaţie şi creştere pentru aliajul de bază, cît şi transferul de căldură la nivel macroscopic şi microscopic. Sistemul de relaţii propus permite stabilirea caracteristicilor geometrice (la nivelul elementului de volum pentru zona bifazică) şi interacţiunea particulă — fază lichidă, pentru ca ulterior să se poată obţine corelaţiile pentru transferul de energie şi de substanţă în aceste condiţii.

Este de aşteptat ca expulzarea de fază lichidă îmbogăţită în elemente segregate din zona bifazică de către particulele de durificare (pentru cazul turnării centrifugale) să determine modificarea compoziţiei fazei lichide din axa termică şi, în consecinţă, şi condiţiile transferului termic.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bayoumi, M. A., Suery, M. — *„Proc Cast Reinforced Metal Composites"*, ed. S. G. Fishman and A. K. Dhingra Metals Park OH. ASM, p. 16o, (1988).

[2] Clift, R., Grace, J. R., Weber, M. E. — *„Bubbles, Drops, and Particles"*, Academic Press. Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, (1978)

[3] Flemings, M. — Solidification processing, Mac Graw Hill, (1974).

[4] Gungor, M. N., Liaw, P. K. — *Fundamental Relationships in Metal-Matrix Composite"*, JOM Vol. 42, Nr. 3, p. 34—35, (1990).

[5] Ishhii, M., Zuber, N. — *Drag Coefficient and Relative Velocity in Bubbly, Droplet or Particulate Flows"*, AIChE Journal, Vol. 25, Nr. 5, p. 843—855, (1979).

[6] Kanetkar, C. S., Ştefănescu, D. M. — *„Equiaxed Dendritic Solidification of Single Phase Alloys. A Solidification Kinetics and Heat Transfer Model"*, Modeling and Control of Castings and Welding Processes IV, T. M. S., Pennsylvania, p. 697—708, (1988).

[7] Kanetkar, C. S., Chen, I. G., Ştefănescu D. M., Kaddah, N. E. — *„A Latent Heat Method for Macro-Micro Modeling of Eutectic Solidification"*, Trans of ISIJ, Vol. 28, Nr. 10, (1988).

[8] Kurz, W., Fisher, D. J. — *Fundamentals of Solidification*, Trans Tech Publications Switzerland, (1986).

[9] Kurz, W., Rappaz, M. — *Microstructure dendritique*, Ecole d'été Carry-le-Rouet, Solidification des alliages, p. 191—220, (1988).

[10] Lajoye, L. — *Mise en forme par céntrifugation de matériaux composites à matrice métallique"*, Thèsa Doctorat de INP Grenoble, (1988).

[11] Mortensen, A., Cornie, J. A., Flemings, M. — *Columnar Dendritic Solidification in a Metal matrix Composite*, Metallurgical Transaction, A, Vol. 19, Nr. 3, p. 709, (1988).

[12] Mortensen, A., Cornie, J. A., Flemings, M. — *Solidification Processing of Metal-Matrix Composites*, JOM, Vol. 40, Nr. 2, p. 12—19, (1988).

[13] Ni, J., Beckermann, C. — *A two-phase model for mass, momentum, heat, and species transport during solidification* 5th. AIAA/ASME Thermophisics and Heat Transfer Conference, Seattle, (1990).

[14] Ni, J., Feller, J. R., Beckermann, C. — *A two-phase model for transport phenomena during solidification*, Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes Conference, Davos, Switzerland, (1990).

[15] Peters, E. — *The Mathematical Modeling of Leaching System*, JOM, Vol. 42, Nr. 2, p. 16—21, (1990).

[17] Rohatgi, P., Asthana, R. — *The Solidification of Metal-Matrix Particulate Composite*, JOM, Vol. 43, NR. 5, p. 35—40, (1991).

[18] Rappaz, M. — *Modelling of Microstructure in Solidification Processes*, Material Rewiews, Nr. 34, p. 93—123, (1989).

[19] Ştefănescu, D. M., Updhya, G., Bandyopdhay, D. — *Heat Transfer-Solidification Kinetics Modeling of Solidification of Castings*, Metall. Trans. A, 21A, p. 997—1005, (1990).

[20] Ştefănescu, D. M., Upadhya, G., Bandyopadhay, D. — *Modelling the Evolution of Equiaxed Microstructure in Castings"*, JOM, Vol. 41, Nr. 2, p. 22—25, (1989).

[21] Szekely, J. — *Mathematical Model in New Process Development*, JOM, Vol. 42, Nr. 2, p. 16—21, (1990)

[22] Tobazeon R. — *Mouvements de particules conductrices dans un liquide isolant sous champ électrique continuu uniforme*, C. R. Acad. Sci. (en presse).

[23] Vandermeer, R. A., Masamura, R. A., Rath, NB. B. — *„Microstructural Path of Shape-Preserved Nucleation and Growth Transformations"*, Acta metallurgica, Vol. 39, Nr. 3, p. 383—389, (1991).

[24] Vasseur, S., Toll-Duchanoy, T., Metauer, G. — *Thermal Metallurgical aspects of dispersoid centrifugaly cast steel"*, Conference on Technology and Applications of HSLA, Philadelphia, (1983).

[25] Wu, Y., Lavernia, E. — *Spray, Atomized and Codeposited 6061 Al/SiC Composites*, JOM, Vol. 43, Nr. 8, p. 16—23, (1991).

CONSIDERAȚII PRIVIND MĂRIREA SEMIFABRICATULUI DE PORNIRE PENTRU LAMINAREA SÎRMEI

Ing. P. GAȘPAR
„Laminorul S.A. Focșani

C.Z. : 621.771.25

Generalități

În România capacitățile de laminare a sîrmei sînt limitate la maximum 280 000 t/an, producînd semifabricate pătrate de 80 × 80 mm, cu lungimi cuprinse între 9 și 12 m. În general laminoarele sînt de tip continuu, cu 14 caje degrosisoare și intermediare, finisarea realizîndu-se într-un bloc finisor cu opt caje, de regulă cu cilindri tip Schloemann sau role tip Ashllow sau Demag.

Greutatea colacului de sîrmă este limitată de greutatea semifabricatului la maximum 580 kg din care se scad pierderile tehnologice.

La ora actuală, cererea se îndreaptă către colaci în greutate cît mai ridicată, datorită marilor avantaje și anume :

— o manipulare mult mai ușoară și mai economică ;

— reducerea consumurilor tehnologice pentru beneficiarii ce trefilează sîrma laminată, ca și reducerea timpilor tehnologici în cadrul aceluiași proces ;

— creșterea nivelului calitativ al sîrmei laminate, dacă se ține seamă de faptul că sîrma poate prezenta la capete defecte de laminare.

Pentru creșterea greutății colacului, se impune mărirea semifabricatului priză, ce se poate realiza în principal prin două căi :

— revederea calibrărilor existente rezultînd în final o nouă schemă de laminare fără modificări esențiale ale utilajului existent ;

— redimensionarea utilajelor în funcție de mărimea semifa bricatelor, operație ce necesită investiții mari.

În articolul de față se expune experimentul făcut de autor la laminorul de sîrmă al societății comerciale Laminorul S.A. Focșani, jud. Vrancea, experiment ce se bazează pe creșterea

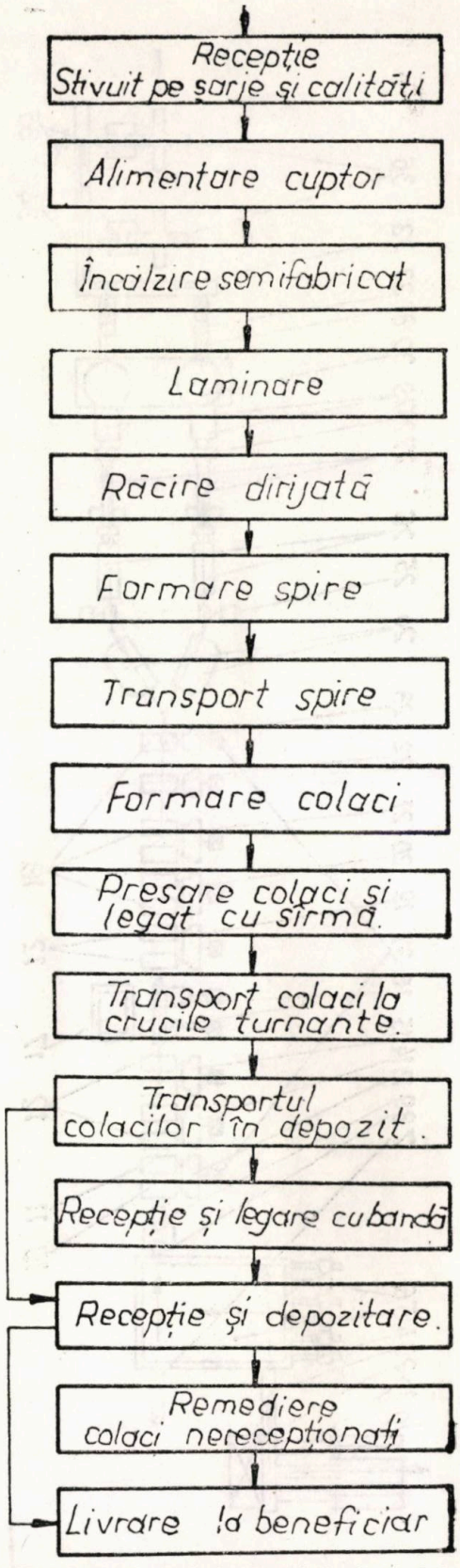
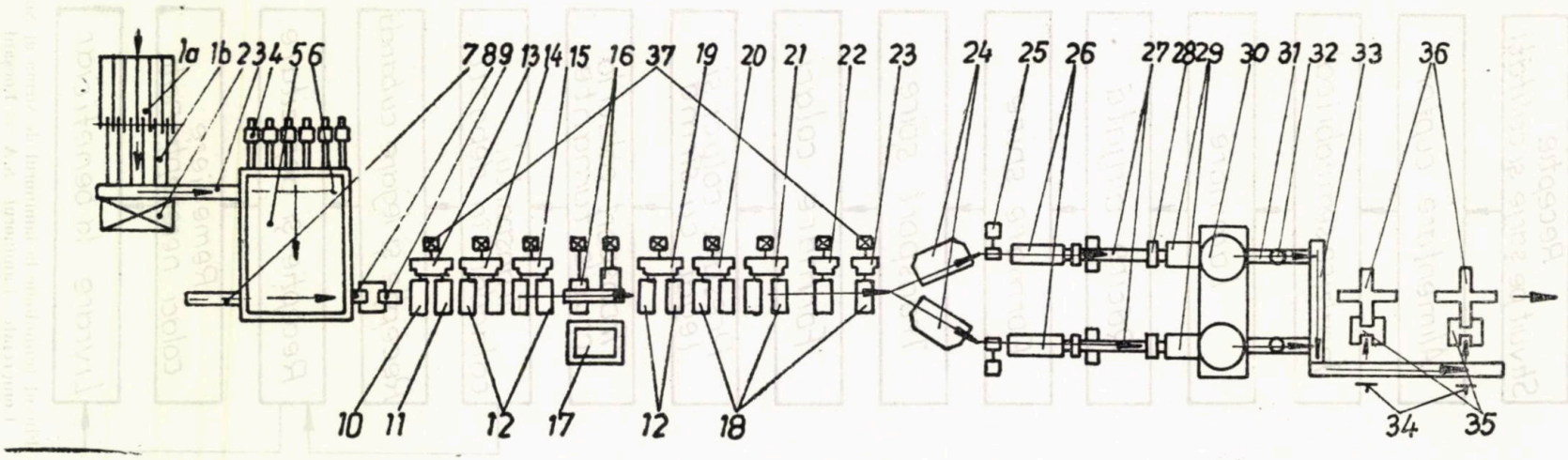


Fig. 1 Fluxul tehnologic la laminorul de sîrmă al Societății Comerciale Laminorul S.A. — Focșani

Fig. 1. The flow of the „Laminorul S.A." Focșani wire rolling mill



1a Destivuitor tagle
1b Transportor tagle
2. Cale cu role alimentare cuptor
3. Buzunar colector tagle defecte
4. Mașină de împins
5. Cuptor cu propulsie 80 t/h
6. Cale cu role în cuptor
7. Mașină de evacuat tagle din cuptor.
8. Maicaz, aparat de antrenare și răsturnare
9. Foarfece de avarii
10. Cajă duo Φ450 × 1050 (Caja nr 1)
11. Cajă duo Φ420 × 1050 (Caja nr 2)
12. Căje duo Φ380 × 1050 (Cajele nr 3—6)
13. Reductor combinat cu cajă de angrenaj (Caja 1+2)
14. Reductor combinat cu cajă de angrenaj (Caja 3+4)
15. Reductor combinat cu cajă de angrenaj (Caja 5+6)
16. Foarfece rotativ după cajă 6
17. Chible pentru șuțaje
18. Caje duo Φ320 × 800 (Cajele 9÷14)
19. Reductor combinat cu cajă de angrenaj (Cajele 7-8)
20. Reductor combinat cu cajă de angrenaj (Cajele 9-10)
21. Reductor combinat cu cajă de angrenaj (Cajele 11-12)
22. Reductor combinat cu cajă de angrenaj (Caja nr. 13)
23. Reductor combinat cu cajă de angrenaj (Caja nr 14)
24. Dispozitive de buclare
25. Foarfece de avarie.
26. Bloc finisor
27. Linie de răcire dirijată cu apă
28. Aparat de antrenare și spiralizator
29. Transportor de spire
30. Stație de format colaci
31. Transportor de colaci
32. Stație de presat și legat colaci
33. Transportor în formă de L
34. Împingător pentru colaci
35. Șcaun basculant
36. Cruci turnante
37. Motoare de diverse tipuri

Fig. 2 Dispunerea utilajelor la laminorul de sîrmă
Fig. 2. Equipment layout at the wire rolling mill

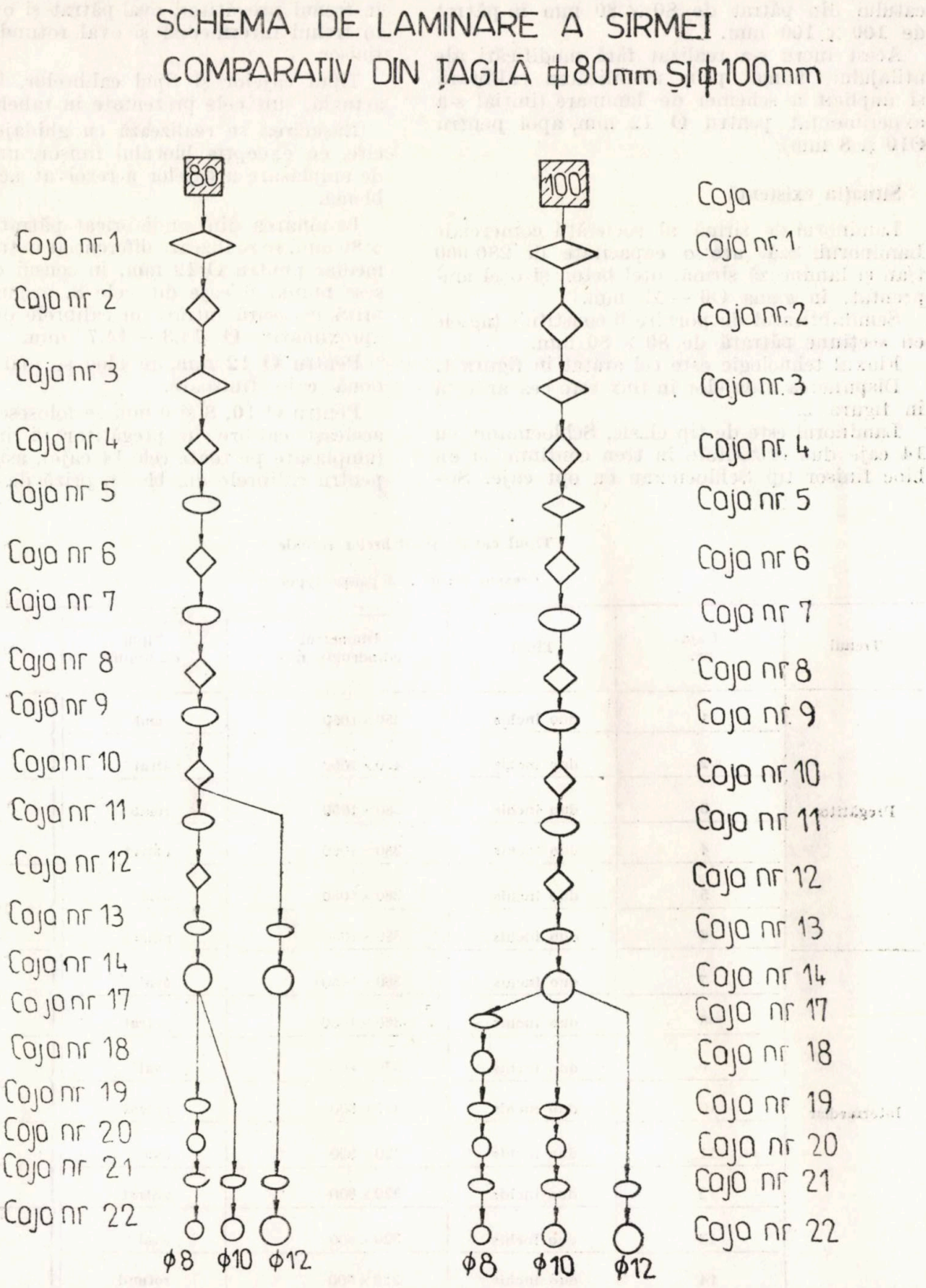


Fig. 3 Schema de laminare a sîrmei din țaglă ◫ 80 și 100 mm prezentată comparativ
Fig. 3. Comparative wire rolling diagrams for ◫ 80 and 100 mm respectively

greutății colacului prin schimbarea semifabricatului din pătrat de 80 × 80 mm în pătrat de 100 × 100 mm.

Acest lucru s-a realizat fără modificări ale utilajului, numai prin modificarea calibrării și implicit a schemei de laminare (inițial s-a experimentat pentru Ø 12 mm, apoi pentru Ø10 și 8 mm).

Situația existentă

Laminorul de sîrmă al societății comerciale Laminorul S.A. are o capacitate de 280 000 t/an și lamineză sîrmă, oțel beton și oțel amprentat, în gama Ø6 — 12 mm.

Semifabricatul de pornire îl constituie țaglele cu secțiune pătrată de 80 × 80 mm.

Fluxul tehnologic este cel arătat în figura 1.

Dispunerea utilajelor în flux este cea arătată în figura 2.

Laminorul este de tip clasic, Schloemann, cu 14 caje duo orizontale în tren continuu și un bloc finisor tip Schloemann cu opt caje. Sistemele de calibrare folosite sînt romb-pătrat în trenul pregătitor, oval-pătrat și oval-rotund în trenul intermediar și oval rotund în trenul finisor.

Tipul cajelor și tipul calibrelor, în situația actuală, sînt cele prezentate în tabelul 1.

Răsucirea se realizează cu ghidaje de răsucire, cu excepția blocului finisor, unde modul de amplasare a cajelor a rezolvat această problemă.

Laminarea din semifabricat pătrat, de 80 × ×80 mm, se realizează diferențiat în trenul intermediar pentru Ø 12 mm, în sensul că se folosesc numai 6 caje din cele 8, asigurîndu-se o priză necesară intrării în calibrele din bloc de aproximativ Ø 14,3 — 14,7 mm.

Pentru Ø 12 mm, în bloc se mai utilizează două caje finisoare.

Pentru Ø 10, 8 și 6 mm se folosesc de regulă aceleași calibre în pregătitor și intermediar (amplasate pe toate cele 14 caje), asigurîndu-se pentru calibrele din bloc o priză de aproxima-

Tabelul 1

Tipul cajelor și calibrelor actuale

Table 1

Present stand and gauge types

Trenul	Caja nr.	Tipul	Diametrul cilindrului, mm	Tipul calibrului	Acționare
Pregătitor	1	duo închis	450 × 1050	romb	comună
	2	duo închis	420 × 1050	pătrat	
	3	duo închis	380 × 1050	romb	comună
	4	duo închis	380 × 1050	pătrat	
	5	duo închis	380 × 1050	oval	comună
	6	duo închis	380 × 1050	pătrat	
Intermediar	7	duo închis	380 × 1050	oval	comună
	8	duo închis	380 × 1050	pătrat	
	9	duo închis	320 × 800	oval	comună
	10	duo închis	320 × 800	pătrat	
	11	duo închis	320 × 800	oval	comună
	12	duo închis	320 × 800	pătrat	
	13	duo închis	320 × 800	oval	individuală
	14	duo închis	320 × 800	rotund	
Bloc finisor	15—22	duo	262 × 290	oval-rotund	comună

tiv 11,3 – 11,7 mm, urmînd ca în blocul finisor să se folosească, în funcţie de dimensiunea produsului finit, un număr de caje cuprins între 2 şi 6.

Încălzirea se face într-un cuptor cu propulsie de 80 t/h, repartizarea pe cele două fire realizîndu-se cu un macaz cu tambur.

Rezultatele experimentului

Pornindu-se de la considerentele arătate s-a ajuns la concluzia că fără mari investiţii, numai printr-o regîndire a schemei de laminare a sîrmei din pătrat 80×80 mm, se poate realiza aceeaşi sortimentaţie din semifabricat pătrat 100 × 100 mm. Pînă în prezent s-au experimentat trei dimensiuni, Ø 8, 10 şi 12 mm, cu rezultate foarte bune pentru această etapă.

În general, principiul a constat în laminarea pe 14 caje în pregătitor şi intermediar şi realizarea unei prize unice în blocul finisor pentru toate dimensiunile experimentate (Ø 8, 10 şi 12 mm). În blocul finisor, numărul de caje utilizate variază în funcţie de dimensiunea produsului finit.

Acest lucru a necesitat o nouă schemă de calibrare în grupul de caje 1–7, lucru foarte greu de realizat datorită, pe de o parte, tipului de acţionare a cajelor (acţionare continuă pentru fiecare grup de două caje), precum şi faptului că cele 14 caje sînt concepute în tren continuu.

Toate acestea au dus în final la mai multe compromisuri, care pentru prima fază experimentală s-au concretizat în redimensionarea cîtorva diametre nominale ale cilindrilor. Calculul s-a făcut după metodele clasice, aplicîndu-se sistemul de calibrare romb-pătrat, revederea coeficienţilor de reducere făcînd posibil ca începînd cu caja nr. 8 şi semifabricatele de 100×100 mm să se lamineze pe aceleaşi calibre ca şi semifabricatele de 80 × 80 mm. Comparativ, se prezintă schemele de laminare pentru sîrmă Ø 8, 10 şi 12 mm din semifabricat pătrat 100 × 100 mm şi semifabricat 80, 80 mm (fig. 3). La laminarea de probă, care s-a efectuat pentru dimensiunile Ø 8 ,10 şi 12 mm, cu toate că s-au aplicat secţiuni mai mari pe trenul pregătitor şi cîte două treceri mai mult pentru fiecare dimensiune, nu au fost probleme deosebite cu încărcarea motoarelor, pentru această fază toate utilajele răspunzînd bine la plusul de efort la care au fost supuse.

Pentru varianta Ø 8 mm s-a constatat o scădere a vitezei de laminare, datorită creşterii turaţiilor la maximum în blocul finisor prin schimbarea secţiunilor. Pentru eliminarea acestui inconvenient, se impun modificări mai substanţiale ale calibrării. La dimensiunile Ø 10 şi 12 mm, pentru care s-au laminat cantităţi mai mari, trecîndu-se la omologarea tehnologiei, s-a constatat creşterea vitezei de laminare, ceea ce poate duce la o creştere substanţială a productivităţii, datorită în principal creşterii greutăţii semifabricatului de pornire. Comparativ, creşterea greutăţii colacului şi a vitezei de laminare sînt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Date comparative privind creşterea greutăţii colacului şi a vitezei de laminare pentru cele două secţiuni

Table 2

Comparative rolling speeds and coil weight for the two cross-sections

Parametrul	Dimensiunea semifabricatului	
	80×80 mm	100×100 mm
Greuatea colacului, max., kg	580	920
Viteză de laminare pt. Ø 10 mm, m/s	19	29,5
Viteză de laminare pt. Ø 12 mm, m/s	14	20,3

Rezultatele bune realizate duc la perfecţionarea schemelor gîndite pentru îmbunătăţirea parametrilor obţinuţi la laminarea de probă.

Laminarea sîrmei de dimensiuni mai mici de 12 mm din semifabricat pătrat 100 × 100 mm, pe laminoare de tipul celui din societatea comercială Laminorul S.A. Focşani, constituie o noutate în România, de aici decurgînd şi dreptul în exclusivitate asupra metodei folosite

MICROSTRUCTURA FINĂ A OȚELULUI RAPID RP 10, TRATAT TERMIC LA TEMPERATURI JOASE

Ing. V. BULANCEA,
Dr. ing. I. ALEXANDRU,
Ing. D. BULANCEA
Institutul Politehnic IAȘI

C.Z. : 621.785 : 669.14.018.252.3

Introducere

Mecanismul fenomenului de călire secundară, ce apare la revenirea oțelurilor rapide, a stîrnit interesul multor specialiști din domeniu.

Conform cercetărilor recente [1], [2], s-a sugerat ca mecanismul de revenire să cuprindă patru etape, iar în cazul oțelurilor bogat aliate pentru scule-cinci etape, a cincea etapă constituind-o precipitarea carburilor aliate, iar călirea secundară să fie atribuită atît transformării austenitei reziduale cît și precipitării carburilor de aliere. Folosind metoda extracției electrolitice și difracției Rx, Kuo a analizat formarea carburilor înainte și după vîrful de călire secundară și a propus un maxim de călire secundară pentru oțelurile rapide, implicînd precipitarea acestora.

Difracția electronilor, combinată cu tehnica imaginii pe fond obscur, asigură posibilitatea observării directe a distribuției precipitatului secundar, extrem de fin, ca și identificarea tipului de precipitat carburic.

Tratamentul termic criogenic, aplicat oțelurilor rapide, poate majora durificarea prin călire secundară, atît printr-o transformare accentuată a austenitei reziduale, cît și prin formarea unor precipitate fine uniform distribuite.

Cercetări experimentale

Cercetarea s-a efectuat asupra oțelului rapid Rp 10, oțel economic recent introdus în standardul românesc.

Oțelul a fost tratat termic conform ciclogramelor din tabelul 2, o variantă clasică B și șase variante criogenice D 1, G 1 (—70° C), D2,G2 (—120° C) și D3, G3 (—196° C).

Compoziția chimică a oțelului rapid Rp 10 este prezentată în tabelul 1.

Probele tratate conform variantelor din tabelul 2 au fost dizolvate electrolitic în celula de dizolvare Koch și Sunders, obținîndu-se un extract de carburi, care a fost supus o parte analizei chimice și o parte analizei difractometrice pe un difractometru tip GEIGERFLEX RAD-B (firma RIGAKU-DENKY-JAP), interfațat cu un calculator FP 6000—CASIO cu hard disc de 20 Mb.

Rezultate experimentale

Investigațiile s-au efectuat asupra extrasului de carburi determinate la 100 gr reziduu metalic, compoziției chimice a carburilor și proporției carburilor deformate de elementele carburigene Cr, V, W și Mo.

Investigații chimice asupra carburilor

Cantitățile de carburi obținute prin dizolvarea probelor tratate s-au raportat la cantitățile de metal dizolvat, rezultînd procentul de fază carburică din oțel (tab. 3).

Asupra carburilor extrase s-au efectuat investigații privind compoziția chimică (tab. 4).

Rezultatele obținute și prezentate în tabelul 3 relevă un aport suplimentar de fază carburică în patru din cele șase variante criogenice.

Tabelul 1

Compoziția chimică a oțelului *Rp* 10

Table 1

Rp 10 steel chemical composition

Oțelul	Compoziția chimică, %						
	C	Mn	Si	Cr	Mo	W	V
Rp 10	0,78—0,85 / 0,83	0,10—0,40 / 0,23	0,10—0,40 / 0,22	3,75—4,00 / 4,00	8,00—9,00 / 8,47	1,0—1,65 / 1,39	1,00—1,25 / 1,13

Tabelul 2

Variantele de tratament termic cercetate

Table 2

Investigated treatment alternatives

Varianta de t.t.	Ciclul de tratament termic
B	Călire 1230° C/ulei + 3 reveniri 540° C/aer
D1	Călire 1230° C/ulei + răcire —70° C + revenire 540° C/aer
D2	Călire 1230° C/ulei + răcire —120°C + + revenire 540°C/aer
D3	Călire 1230° C/ulei + răcire —196° C + + revenire 540° C/aer
G1	Călire 1230° C/ulei + revenire 540° C/aer + + răcire — 70° C + revenire 540° C/aer
G2	Călire 1230° C/ulei + rev. 540° C/aer + răcire— — 120° C + rev. 540° C/aer
G3	Călire 1230° C/ulei + rev. 540° C/aer + răcire— — 196° C + rev. 540° C/aer

Tabelul 3

Distribuţia fazei carburice în oţelul rapid *Rp* 10

Table 3

Carbide phase distribution in Rp 10 rapid steel

Varianta de t.t.	Reziduul metalic, g	Carburi, g	Carburi, %
B	16,400	3,200	19,51
D1	11,400	2,400	21,05
D2	12,400	2,700	21,77
D3	11,500	2,800	24,34
G1	11,300	2,700	23,89
G2	18,600	4,100	22,04
G3	10,800	2,700	25,00

Din tabelul 4 se desprind cîteva date semnificative. În proba tratată după varianta B, cromul este majoritar în matrice (81%), Mo şi W se află preponderent în carburi, iar V este distribuit atît în matrice cît şi în carburi. Prelucrările termice aplicate sub forma variantelor D şi G determină o structură şi o distribuţie a elementelor de aliere între matrice şi faza carburică net diferenţiate în raport cu varianta de referinţă B.

Revenirile efectuate după răcirile la temperaturi sub 0°C produc, pe lîngă redistribuirea favorabilă a elementelor de aliere între matrice şi carburi, şi precipitarea unor carburi fine din martensită, în număr foarte mare.

Tabelul 4

Compoziţia chimică a carburilor cercetate

Table 4

Chemical composition of investigated carbides

Varianta de t.t.	C, %	Cr, %	Mo, %	W, %	V, %	Fe, %	Suma elementelor carburigene
Oţel recopt	0,83	4,00	8,47	1,39	1,13	—	14,99
B	3,48 / 0,68	3,91 / 0,76	41,72 / 8,14	6,20 / 1,21	3,38 / 0,66	31,60 / 6,16	10,77
D1	3,63 / 0,76	5,20 / 1,09	28,59 / 6,02	3,79 / 0,79	4,34 / 0,91	34,67 / 7,3	8,81
D2	3,76 / 0,81	3,75 / 0,81	23,42 / 5,10	4,84 / 1,05	3,81 / 0,83	47,25 / 10,28	7,79
D3	3,21 / 0,78	4,86 / 1,18	21,56 / 5,25	2,71 / 0,66	3,08 / 0,75	48,35 / 11,76	7,84
G1	3,36 / 0,79	3,75 / 0,89	21,59 / 5,16	3,34 / 0,8	4,14 / 0,99	51,06 / 12,19	7,84
G2	3,67 / 0,81	5,18 / 1,14	22,68 / 5,00	3,72 / 0,82	4,31 / 0,95	41,06 / 9,04	7,91
G3	3,30 / 0,825	3,52 / 0,88	15,24 / 3,81	2,64 / 0,66	44,44 / 1,11	52,15 / 13,03	6,46

NOTA: La numărător compoziţia este raportată la 100 g carburi, iar la numitor la 100 g oţel, diferenţa pînă la compoziţia oţelului aflîndu-se în matrice

În figura 1 se evidenţiază repartiţia sumei elementelor carburigene de interes (W, Mo, V, Cr) între faza carburică şi matrice.

Creşterea conţinutului de elemente carburigene în matrice pentru variantele criogenice de prelucrare termică poate fi o explicaţie a creşterii durităţii secundare constatată în oţeluri rapide.

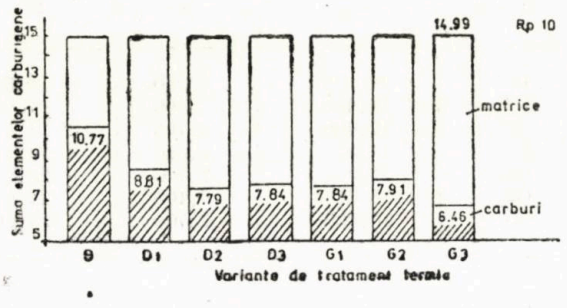


Fig. 1 Repartiţia elementelor de aliere carburigene între matrice şi carburi pentru oţelul rapid Rp 10

Fig. 1. Distribution of carbide forming alloying elements in the metal matrix and in the carbides of the Rp 10 rapid steel

De asemenea, creşterea conţinutului de Fe în carburi poate fi un argument în formarea de carburi de tip M_6C cu conţinut mare de Fe în compoziţie, şi eventual al descompunerii carburilor de tip M_2C cu conţinut mic de Fe în compoziţie.

Cercetări difractometrice asupra carburilor

Analizînd difractogramele extractului de carburi din oţelul *Rp* 10 tratat termic clasic (B) şi criogenic (D, G) sînt relevate, în toate probele, următoarele tipuri de carburi : $Cr_{23}C_6$, Cr_7C_3, Cr_3C_2, VC, V_2C, WC, W_2C, Fe_3W_3C şi Mo_2C.

Proporţia carburilor în extractul de carburi pentru fiecare variantă de tratament termic este prezentată în tabelul 5.

În calculul proporţiilor carburilor s-au considerat numai vîrfurile din difractograme la care apare o singură carbură.

Avînd în vedere că, în general, se remarcă o micşorare a participării elementelor de aliere la formarea carburilor în oţelul rapid *Rp* 10 (fig. 1) difractogramele realizate pe pulberile de carburi relevă :

— O micşorare a totalului de carburi determinate de crom pentru variantele criogenice. Se observă micşorarea procentuală a carburilor $Cr_{23}C_6$, carburi primare, grosolane, cristalizate cubic şi foarte stabile. E posibil ca această carbură să precipite şi la revenire, efectul secundar de călire fiind intensificat atunci cînd conţinutul de crom este mărit. Totuşi, celelalte carburi (Cr_7C_3, cristalizate trigonal, şi Cr_3C_2, cristalizate ortorombic), aflate în creştere în cinci din cele şase variante criogenice, compensează reducerea procentuală a carburii $Cr_{23}C_6$. Din cele şase variante criogenice (tab. 5), cromul are o participare mai redusă în comparaţie cu varianta de referinţă B numai în două cazuri, D1 şi G3.

— O micşorare a totalului de carburi determinate de vanadiu pentru variantele criogenice. Vanadiul poate forma carburi de tipul VC (cubice) şi V_2C (hexagonale). Carburile de vanadiu precipită şi secundar contribuind la durificarea secundară.

— O creştere a totalului de carburi determinate de wolfram pentru variantele criogenice. Wolframul poate forma carburi de tipul WC (cubice), W_2C (hexagonale) şi Fe_3W_3C (cubic complexe). Deşi în trei variante se relevă o micşorare a cantităţilor de carburi de tipul WC (D1, G2, G3) şi W_2C (D1, D3, G1) pentru

Tabelul 5

Cantităţile de carburi din oţelul rapid *Rp* 10

Table 5

Carbide content of Rp 10 rapid steel

Var. t.t.	Cantitatea de carburi, % determinate de											
	Cr				V			W				Mo
	VTotal	$Cr_{23}C_6$	Cr_7C_3	Cr_3C_2	Total	VC	V_2C	Total	WC	W_2C	Fe_3W_3C	Mo_2C
B	34,60	14,40	10,40	8,80	30,40	8,00	22,40	27,20	12,80	8,00	6,40	8,80
D1	29,78	11,11	7,11	11,56	22,16	6,22	16,00	35,55	19,11	7,11	9,33	12,44
D2	30,87	7,37	10,14	13,36	25,80	7,83	17,97	32,71	7,83	8,29	16,59	10,60
D3	29,17	7,87	8,80	12,50	25,92	17,59	8,33	36,11	10,19	6,46	19,44	8,80
G1	25,73	5,90	8,86	10,97	45,88	37,97	8,40	18,56	4,64	4,22	9,70	9,28
G2	25,00	8,75	7,50	8,75	37,50	29,17	8,33	21,25	8,33	5,00	7,92	16,25
G3	29,93	5,68	10,61	13,64	32,57	6,82	25,75	31,44	8,71	10,23	12,50	6,06

carbura Fe_3W_3C se remarcă o creştere în toate cele şase variante criogenice în raport cu varianta clasică B. Se remarcă varianta D2 (—120°C), care determină creşterea celor trei tipuri de carburi de wolfram. Toate carburile de wolfram precipită şi secundar la revenire :

— O creştere procentuală, de cel puţin două ori, a carburilor de molibden (Mo_2C, cristalizată hexagonal), ce precipită şi secundar la revenire.

Concluzii

Investigaţiile realizate pe pulberile de carburi obţinute electrolitic din oţelul *Rp* 10 tratat termic clasic şi criogenic duc la următoarele concluzii :

— faţă de varianta de referinţă B, în toate probele tratate criogenic are loc o deplasare a elementelor de aliere spre matrice, contribuind la durificarea acesteia ;

— tratamentul criogenic contribuie la o precipitare suplimentară de carburi în patru din cele şase variante criogenice, faţă de varianta clasică B ;

— prin tratamentul criogenic se produc creşteri procentuale ale carburilor de crom Cr_7C_3 şi Cr_3C_2, bogate în fier ;

— precipitarea carburilor de vanadiu este mai redusă la variantele criogenice ;

— tratamentul termic criogenic provoacă o puternică precipitare a carburilor de wolfram şi în special a celor bogate în fier, Fe_3W_3C ;

— deşi molibdenul, pentru variantele criogenice, se deplasează spre matrice, au loc creşteri ale carburilor Mo_2C pînă la de două ori şi peste, prin crearea condiţiilor favorabile formării unor carburi complexe de molibden.

BIBLIOGRAFIE

[1] Honeycombe, R., W., K. — *Steels — Microstructure and Properties*, Edward Arnold, Londra, 1981 ;

[2] Sinha, A., K. *Ferrous Physical Metallurgy*, Butler Worths, Boston, SUA, 1989

Revista revistelor

COKEMAKING INTERNATIONAL
R.F.G, 1992, nr. 1

— Situaţia actuală şi tendinţele de dezvoltare în domeniul elaborării fontei — Concluziile celui de-al 2-lea Congres european de elaborare a fontei-Glasgow, 1991, p. 17

— Cerinţe cu privire la cărămizile de silica utilizate ca material de construcţie pentru următoarea generaţie de cuptoare de cocsificare, p. 28

— Jetul de abur în camera cuptorului de cocsificare — analize efectuate pe cuptoare de încercare folosind un model matematic bidimensional, p. 35

— Măsurarea permeabilităţii straturilor de cărbune, de plastifiant şi de cocs, p. 45

— Instalaţie care nu recuperează cocsul — un obiectiv pentru tehnologia de elaborare a cocsului, p. 51

— Sistemele Kress de răcire uscată indirectă (KIDC) rezolvă problemele emisiilor de la cuptoarele de cocsificare şi cele ale părţii de cocs ale bateriilor, p. 55

— Obiectivele logistice şi dezvoltările ulterioare ale sistemului de întreţinere preventivă asistată de calculator la instalaţiile de cocsificare ale firmei Ruhrkohle AG, p. 61

— Cocsul în funal, p. 69

— Perfecţionarea şi utilizarea echipamentului de decarburare în camerele de cocsificare, p. 79

Noutăţi editoriale

AZOTUL ŞI CARBONUL ÎN TERMODINAMICA FONTEI ŞI OŢELULUI

Autor : **Ioachim Kunze**
Anul de apariţie : 1990 ; 245 pag ; 68 fig ; 48 tabl ; preţ : 48 DM
Editura : Akademie Verlag Berlin Physical Research — vol. 16

Cuprins

— Stabilitatea şi structura fazelor în sistemele Fe—N ; Fe—C şi Fe—N—C.
— Termodinamica sistemelor fier — azot şi fier — carbon.
— Solubilitatea azotului şi carbonului în aliajele feroase.
— Echilibre de fază în aliajele feroase

CONSIDERAȚII ASUPRA ÎNCĂLZIRII ELECTRICE REZISTIVE A CONDUCTORILOR METALICI

Ing. O. PLETER
CEPRONEF — S.A. Baia Mare
Ing. ROWANA PLETER
COMOTI S.A. București

C.Z. : 621.315.5

Conductorii de încălzire din metale și aliaje refractare se prelucrează sub formă de sîrmă rotundă, sîrmă aplatizată și benzi. Sîrma aplatizată are marginile rotunjite, așa cum rezultă din laminarea sîrmei rotunde. Banda are secțiunea dreptunghiulară, în urma procesului de forfecare a tablelor sau benzilor [4].

Diametrele nominale *d* ale sîrmelor pentru rezistori sînt normalizate pe baza șirurilor de numere normale ISO 3; ISO 17; ISO 497 (1973); STAS 283—69 în modul următor:

— R 20 între d = 0,02 și 0,71 mm;
— R 40 între d = 0,75 și 6,3 mm [4];
— R 10 între d = 8 și 20 mm pentru barele de alimentare.

Sîrma aplatizată [13] se încadrează între lățimile b = 0,3 mm și 3,0 mm; grosimile t = 0,03 și 0,5 mm. Astfel, după lățimi, conform șirului R 10, între aceste limite se încadrează 11 cote. Cotele preferențiale de grosime rezultă din rapoartele b/t din tabelul 1.

Tabelul 1

Cotele secțiunilor drepte ale sîrmelor aplatizate R 10

Table 1.

Cross-section dimensions of R 10 flat wire

b, mm	0,315 0,4	0,5 0,63	0,8 1,0	1,25	1,6	2,0 2,5 3,15
b/t	10	4 6,3 10	5 6,3 8 10	6,3 8 10 12	8 10 12,5 16	10 12,5 16 20

Benzile cu lățimile conform șirului R 10, între b = 5 și 50 mm, se normalizează la grosimi, astfel încît rapoartele b/t variază tot după R 10 între 4 și 16 [6].

Menținerea izotermă a unui rezistor la temperatura T_r în aer liniștit necesită un consum de energie electrică proporțional cu pătratul intensității curentului I(A), rezistența $R_T(\Omega)$ la temperatura T_r și timpul de menținere τ(h):

$$W = I^2 \cdot R_T \cdot \tau \ (Wh) \qquad (1)$$

Fluxul termic radiant, care depinde mai ales de temperatura rezistorului, T_r, se poate calcula din relația:

$$q_r = \varepsilon C_0 (T_r/100)^4 - (T_a/100)^4 = \varepsilon\sigma(T_r^4 - T_a^4) \qquad (2)$$

unde T_a este temperatura ambiantă.
În această relație, ε — coeficientul energetic total de emisie (indicele de negru) al suprafeței de radiație — se deduce din coeficientul corespunzător normalei la suprafața radiantă, ε_n, dat în tabele [6], [7], [14]. În tabelul 2 s-au extras unele valori corespunzătoare suprafețelor, așa cum rezultă ele din prelucrarea prin deformare plastică la rece. Dintre acestea, ε = 1,2 ε_n pentru suprafețele metalice lucioase, ε = 0,98 ε_n pentru suprafețele rugoase sau oxidate și ε = 0,95 ε_n pentru suprafețele plane.

Tabelul 2

Factorii energetici totali de emisie ε_n ai unor conductori metalici

Table 2

Energy emission factors of certain conductors

Metal sau aliaj	Prelucrare-finisare	Temperatura, °C	Temperatura, K	ε_n	Bibliografie
Platină	Laminare, tragere, rectificare	225 625 925 1115 1375	498 898 1198 1388 1648	0,054 0,104 0,12 0,17 0,182	[9]
Molibden	Tragere	725 2600	998 2873	0,096 0,292	[9]
Tantal	Tragere	1325 2525	1598 2798	0,193 0,310	[9]
Wolfram	Tragere	230 2230 3330	503 2503 3573	0,053 0,310 0,39	[9]
Aliaje Ni—Cr	Tragere și oxidare în aer la 1000°C	1100	1373	0,89	[6]
Aliaje Fe—Cr—Al		1320	1593	0,71	[6]

Asimilînd aerul în care este disipată căldura cu un corp negru absolut [7], expresia (2) se multiplică cu constanta lui Stefan-Boltzmann $\sigma = C_0 \cdot 10^{-8} = 5{,}66961 \cdot 10^{-8}$ W/(m² · K⁴) = $= 5{,}66961 \cdot 10^{-12}$ W/(cm² · K⁴) [8].

De exemplu, pentru rezistorul de sîrmă din oțel refractar feritic acoperit superficial cu un film autoprotector de Al_2O_3, obținut prin încălzire prealabilă de scurtă durată în aer la cca 1000° C, din relația (2) rezultă fluxul termic radiant:

$$q_r = 0.70 \cdot 5{,}66961 \cdot 10^{-12} (T_r^4 - 293^4)$$

Tabelul 3

Fluxul termic radiant, q_r al sîrmei din aliaj Cr Al 20 5, la diferite temperaturi de menținere

Table 3

Radiant heat flow, qr, of Cr Al 20 5 alloy wire at various holding temperatures

Temperatura, °C	Temperatura, K	q_r W/cm²	Temperatura, °C	Temperatura, K	q_r, W/cm²
200	473	0,16941	900	1173	7,48417
400	673	0,78491	1000	1273	10,39289
600	873	2,27593	1100	1373	14,07423
700	973	3,52788	1200	1473	18,65413
800	1073	5,23145	1300	1573	24,26809

Pe măsura creșterii temperaturii rezistorului crește și valoarea căldurii disipate prin radiație față de căldura pierdută prin convecție. Coeficientul de transmitere a căldurii prin convecție (W/cm² · K) din relația lui Newton pentru fluxul termic convectiv:

$$q_c = \alpha(T_r - T_a) \ (W/cm^2) \qquad (3)$$

poate fi dedus și în cazul radiației, după cum urmează:

$$q_r = \varepsilon\sigma(T_r^4 - T_a^4) =$$

$$= \varepsilon\sigma(T_r^2 - T_a^2)\,(T_r + T_a)\,(T_r - T_a)$$

Înlocuind

$$\alpha_r = \varepsilon\sigma(T_r^2 + T_a^2)\,(T_r + T_a),$$

se obține

$$q_r = \alpha_r(T_r - T_a) \ [W/cm^2],$$

de unde

$$\alpha_r = q_r/(T_r - T_a) \ [W/cm^2 \cdot K] \qquad (4)$$

Coeficienții convenționali de transmitere a căldurii prin radiație la diverse temperaturi, în baza relației (4), se dau în tabelul 4.

Tabelul 4

Variația în funcție de temperatură a coeficienților de transmitere a căldurii prin radiație pentru rezistorii din aliaj Cr Al 20 5

Table 4

Radiation heat transmission coefficients variation with the temperature for Cr Al 20 5 alloy resistors

Temperatura, °C	Temperatura, K	α_r, W/(cm² · K)	Temperatura, °C	Temperatura, K	α_r, W/(cm² · K)
200	473	$9{,}41166 \cdot 10^{-4}$	900	1173	$8{,}50473 \cdot 10^{-3}$
400	673	$2{,}06555 \cdot 10^{-3}$	1000	1273	$1{,}06049 \cdot 10^{-2}$
600	873	$3{,}92401 \cdot 10^{-3}$	1100	1373	$1{,}30316 \cdot 10^{-2}$
700	973	$5{,}18805 \cdot 10^{-3}$	1200	1473	$1{,}58085 \cdot 10^{-2}$
800	1073	$6{,}70698 \cdot 10^{-3}$	1300	1573	$1{,}89594 \cdot 10^{-2}$

Calculul fluxului termic disipat prin radiație liberă (în atmosferă de aer liniștit) se calculează din relația (3). Coeficientul de convecție liberă α[W/(cm² · K)] depinde de temperaturile considerate și de unele caracteristici termofizice ale aerului uscat dependente de temperatură. În tabelul 5, pe baza temperaturilor medii aritmetice $\overline{T} = (T_r + T_a)/2$, sînt calculați în coloana 4 coeficienții de variație izobară a volumului $10^3\beta = 1/\overline{T}$.

Dintre caracteristicile termofizice ale aerului uscat, necesare calculului lui α, viscozitățile cinematice $10^5\ \nu$ (m²/s) și conductivitățile termice $10^2\ \lambda$ [W/(m.K)] s-au interpolat din tabele [9], din care s-au extras și invarianții Prandtl.

Metoda de calcul pentru coeficienții α [10], [11] necesită determinarea prealabilă a produsului invarianților Grashof · Prandtl:

$$Gr \cdot Pr = (g \cdot l^3/\nu^2) \cdot \beta \cdot (T_r - T_a) \cdot Pr \qquad (5)$$

în care accelerația gravitațională g este 9,81 m/s² iar lungimea caracteristică l (m) a sîrmei sau spiralei așezate orizontal este l = d (diametrul sîrmei), respectiv l = D (diametrul exterior al spiralei). La așezarea verticală a sîrmei pentru rezistori, cota l devine suprafața de radiație a energiei termice.

Din produsul Gr · Pr se calculează invariantul Nusselt după relația (6);

$$Nu = C\,(Gr \cdot Pr)^m \qquad (6)$$

Tabelul 5

Date pentru calculul coeficienţilor de convecţie liberă α în atmosfera de aer uscat

Table 5

Data for calculation of free convection α coefficients in dry air

Temperatura,		$\frac{\overline{T}}{\frac{T_r + T_a}{2}}$	$1/\overline{T} = 10^3\ \beta$	$T_r - T_a$	Aer uscat [9]		
°C	K	K	K^{-1}	K	$10^5\ \nu$ (m^2/s)	$10^2\ \lambda$ [W/(m.K)]	Pr —
200	473	383	2,61096	180	2,475	3,135	0,71
400	673	483	2,07039	380	3,684	3,760	0,71
600	873	583	1,71526	580	5,066	4,346	0,71
700	973	633	1,57977	680	5,812	4,626	0,72
800	1073	683	1,46412	780	6,624	4,905	0,72
900	1173	733	1,36425	880	7,444	5,180	0,72
1000	1273	783	1,27713	980	8,278	5,441	0,72
1100	1373	833	1,12048	1080	9,168	5,646	0,73
1200	1473	883	1,13250	1180	10,0815	5,828	0,73
1300	1573	933	1,07181	1280	11,089	5,918	0,73

Valorile constantei C şi exponentului m, care depind de valoarea absolută a produsului Gr·Pr, se dau în tabelul 6.

Tabelul 6

Valorile C şi m pentru calculul invariantului Nusselt [10]

Table 6

C and m values for calculation of Nusselt invariant

Produs Gr. Pr	C	m
$10^{-4}-10^{-3}$	0,50	0
$10^{-3}-500$	1,18	0,125
$500-2.10^7$	0,54	0,250
2.10^7-10^{13}	0,135	0,333

Coeficientul de convecţie liberă rezultă din relaţia:

$$\alpha = Nu \cdot \lambda/l\ [W/(m^2 \cdot K)] \qquad (7)$$

Pentru alegerea valorilor C şi m din tabelul 6 se evaluează valorile extreme ale produselor Gr·Pr la sîrma cu $d = 6{,}3 \cdot 10^{-4}$ m — $2{,}12 \cdot 10^{-3}$ m în vederea comparării cu datele experimentale [5].

$$\text{La } l = d = 6{,}3 \cdot 10^{-4} \text{ m}, \quad T_r = 1573 \text{ K},$$
$$Gr \cdot Pr = 0{,}11978$$

$$l = d = 2{,}12 \cdot 10^{-3} \text{ m}, \quad T_r = 473 \text{ K},$$
$$Gr \cdot Pr = 50{,}91$$

În regim staţionar, între fluxul de căldură disipată q(W/cm^2), care însumează fluxurile q_r şi q_c, relaţiile (2) şi (3) şi puterea electrică de alimentare se stabileşte un echilibru în unitatea de timp din relaţia (1):

$$q\pi\, d\, l = I^2 R_T\ (W) \qquad (8)$$

de unde

$$I = \sqrt{\frac{q\ \pi\ dl}{R_T}}\ (A)$$

Înlocuind pe R_T din relaţia (8)

$$R_T = \rho_T \cdot l/s\ (\Omega) \qquad (9)$$

şi, ţinînd seama de dimensiuni, q(W/cm^2); d (mm); l (lungimea conductorului) (m) şi ρ_T (rezistivitatea la temperatura T_r) ($\Omega mm^2/m$):

$$I = \sqrt{\frac{10^{-9}\, d^3 \cdot 10^4\, q \cdot 10^6\, \pi\ (\pi/4)}{\rho_T}}$$

$$I = 4{,}967293 \sqrt{\frac{d^3 \cdot q}{\rho_T}}\ [A] \qquad (10)$$

În tabelul 7 sînt prezentate valorile ρ_T ale unor metale şi aliaje uzuale.

În concluzie, relaţia (10), aplicată sîrmelor pentru rezistori din aliajul Cr Al 20 5, aşezate orizontal în aer liniştit, permite determinarea intensităţilor de curent necesare încălzirii izoterme la temperaturi impuse t (°C).

Menţinerea izotermă a conductorilor sub formă de fir aşezat orizontal în aer liniştit la temperatura ambiantă de referinţă (20° C) necesită intensităţile de curent calculate în tabelul 8.

Rezistivitatea unor conductori la temperaturile indicate [Ω mm²/m] *Tabelul 7*
Resistivity of certain conductors at various temperatures *Table 7*

METALE [12], [14]

t, °C	Pt	Mo	Ta	W	T, °C	Pt	Mo	Ta	W
20	0,106	0,052	0,124	0,055	1300	0,509	0,41	0,649	0,42
200	0,174	0,10	0,172	0,102	1400	0,533	0,44	0,683	0,46
400	0,245	0,15	0,320	0,155	1600	0,576	0,50	0,749	0,525
600	0,312	0,20	0,395	0,112	1800		0,56	0,812	0,59
700	0,344	0,24	0,432	0,241	2000		0,62	0,875	0,66
800	0,374	0,26	0,464	0,27	2200		0,68	0,936	0,73
900	0,403	0,29	0,500	0,30	2400			0,994	0,805
1000	0,432	0,32	0,574	0,33	2600			1,049	0,88
1100	0,458	0,35	0,579	0,36	2800			1,107	0,95
1200	0,484	0,38	0,624	0,39	3000				1,02

ALIAJE [13]

t, °C	Ni Cr				Cr Ni	Fe Cr Al		
	80 20	70 30	60 15	30 20	25 20	25 5	20 5	14 4
20	1,12	1,19	1,13	1,04	0,95	1,44	1,37	1,25
200	1,13	1,22	1,16	1,11	1,03	1,44	1,38	1,27
400	1,15	1,24	1,20	1,17	1,11	1,45	1,39	1,30
600	1,15	1,24	1,21	1,22	1,18	1,46	1,42	1,34
700	1,14	1,24	1,21	1,24	1,20	1,47	1,43	1,36
800	1,14	1,24	1,22	1,26	1,22	1,48	1,44	1,39
900	1,14	1,24	1,23	1,28	1,24	1,49	1,44	1,41
1000	1,15	1,24	1,24	1,30	1,26	1,49	1,45	1,42
1100	1,16	1,25	1,26	1,32	1,28	1,49	1,45	1,44
1200	1,17	1,25	1,28			1,49	1,45	

Tabelul 7

Intensităţile de curent I(A) necesare menţinerii unui fir orizontal de sirmă din Cr Al 20 5 la temperaturile indicate (°C) în aer liniştit la 20°C

Table 8

Current intensities, I, needed to keep a horizontal Cr Al 20 5 alloy wire at various temperatures in still air

t, °C / d, mm	200	400	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
0,63	2,38	3,92	5,42	6,23	7,09	8,03	9,00	10,06	11,19	12,35
0,71	2,75	4,56	6,33	7,29	8,31	9,43	10,59	11,86	13,21	14,61
0,75	2,95	4,88	66,80	7,84	8,94	10,16	11,42	12,74	14,26	15,78
0,8	3,19	5,30	7,39	8,54	9,75	11,08	12,47	13,98	15,60	17,28
0,85	3,44	5,72	8,00	9,25	10,57	12,03	13,55	15,21	16,97	18,82
0,9	3,69	6,16	8,62	9,98	11,42	13,00	14,66	16,46	18,39	20,40
0,95	3,95	6,59	9,26	10,72	12,28	14,00	15,79	17,75	19,84	22,02
1	4,21	7,04	9,90	11,48	13,16	15,01	16,95	19,06	21,32	23,68
1,06	4,52	7,58	10,69	12,40	14,23	16,26	18,37	20,68	23,14	25,72
1,12	4,84	8,13	11,49	13,35	15,34	17,53	19,83	22,33	25,01	27,82
1,18	5,17	8,70	12,31	14,32	16,46	18,83	11,31	24,02	26,92	29,96
1,25	5,55	9,37	13,29	15,47	17,80	20,38	23,09	26,05	29,20	32,52
1,32	5,94	10,05	14,29	16,64	19,17	21,97	24,91	28,12	31,55	35,15
1,4	6,40	10,84	15,45	18,02	20,77	23,83	27,04	30,54	34,29	38,24
1,5	6,98	11,85	16,93	19,77	22,83	26,22	29,77	33,66	37,82	42,20
1,6	7,56	12,88	18,46	21,58	24,94	28,68	32,59	36,87	41,46	46,29
1,7	8,16	13,93	20,02	23,43	27,11	31,19	35,48	40,17	45,20	50,50
1,8	8,77	15,00	21,61	25,32	29,32	33,77	38,44	43,56	49,04	54,83
1,9	9,39	16,10	23,24	27,26	31,59	36,41	41,48	47,03	53,00	59,26
2	10,02	17,21	24,90	29,23	33,91	39,12	44,59	50,58	57,01	63,80
2,12	10,78	18,57	26,93	31,66	36,76	42,44	48,41	54,96	61,98	69,40

Pentru conductorii spiralaţi (fig. 1) sau ondulaţi (fig. 2), aceşti curenţi sînt mult mai mici, din cauza radiaţiei reciproce dintre porţiunile adiacente circulare, respectiv, liniare.

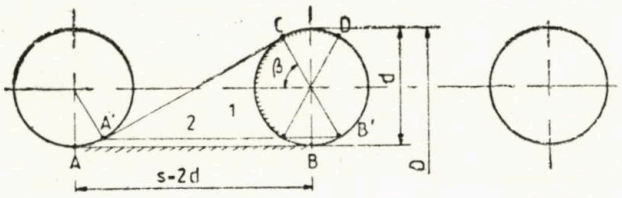


Fig. 1 Secţiunea dreaptă în trei spire alăturate ale spiralei cu diametrul D şi diametrul sîrmei d pentru calculul coeficientului unghiular mediu de radiaţie

Fig. 1. Cross-section through three neighbouring windings, having the diameter D, made of wire with diameter d, for the calculation of the average angle radiation coefficient

Din motive de compromis între scăderea rezistenţei mecanice la cald şi rigiditatea necesară prevenirii deformărilor, rezistorii din aliajele care aparţin sistemelor Ni—Cr, Ni—Cr—Fe, Fe—Ni—Cr, şi Fe—Cr—Al sub formă de sîrmă se spiralează la un diametru exterior D = (6—7)d pentru funcţionarea sub 1000° C şi D = (5—6)d peste această limită. Aparatele electrocasnice, caracterizate prin regim de funcţionare intermitent, admit o mai mare toleranţă pentru raportul D/d, şi anume D = (4—10). d [6]. În calculele efectuate nu s-au luat în seamă aceste limitări, deoarece se compară rezultatele obţinute prin calcul cu datele experimentale [5].

Sîrma rotundă cu d = 0,63—1,06 mm se spiralează prin înfăşurare pe dorn cu diametrul de 3,175 mm (1/8″); cea cu d = 1,12—2,12 mm, pe dorn de 4,763 mm (3/16″). După spiralarea strînsă, spirala obţinută se întinde la de două ori lungimea iniţială, astfel încît pasul spiralei s = 2 d.

Calculul componentei conductive a fluxului de căldură q_a, pentru care D = 1 (mm) din relaţia (5), are valori pentru produsul Gr. Pr sub şi peste limita 500 din tabelul 6. Pentru evaluarea acestei limite, în tabelul 9 sînt calculate produsele Gr · Pr, care la temperaturile izoterme considerate depăşesc această limită. Pentru aceste valori şi următoarele, în relaţia (6) de calcul al invariantului Nusselt avem: C = 0,54 şi m = 0,25.

În figura 1 sînt reprezentate trei secţiuni normale în spirala de sîrmă, avînd diametrul interior d şi diametrul exterior D. Reciprocitatea radiaţiei dintre două spire alăturate cu s = 2 d se exprimă prin coeficientul mediu de radiaţie [10]. Suprafaţa de radiaţie a sîrmei are indicele 1 şi suprafaţa dintre spire-indicele 2.

Tabelul 9

Temperaturile pentru care produsul Gr. Pr>500

Table 9

The temperature for which Gr. Pr exceeds 500

d, mm	D, mm	Temp., °C	Gr. Pr —	d, mm	D, mm	Temp., °C	Gr. Pr —
0,63	4,435			1,18	7,123		
0,71	4,595	200	518,4	1,25	7,263		
0,75	4,765			1,32	7,403	1000	523,4
0,8	4,775			1,4	7,563		
0,85	4,875			1,5	7,763	1100	516,7
0,9	4,975			1,6	7,963		
0,95	5,075	400	527,7	1,7	8,163	1200	512,1
1	5,175			1,8	8,363		
1,06	5,298			1,9	8,563	1300	501,7
1,12	7,003	600	927,3	1	8,763		
		700	771,4	2,12	9,003		
		800	631,4				
		900	525,5				

Coeficientul unghiular mediu de radiaţie dintre suprafeţele 2 şi 1 pentru s = 2 d este:

$$\bar{\varphi}_{21} = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{2d}{d} - \sqrt{1 + \left(\frac{2d}{d}\right)^2}\right] = 0{,}38197 \qquad (11)$$

de unde:

$$\bar{\varphi}_{12} = (2/\pi) \cdot 0{,}38197 = 0{,}24317$$

Zona de radiaţie directă, care corespunde în secţiune lungiimi arcului $\overset{\frown}{CD}$ din figura 1, se calculează cu ajutorul unghiului β:

$$\beta = \text{arc tg}\sqrt{(2d)^2 - d^2}/d = 60°$$

$$l_{\overset{\frown}{CD}} = d\pi 60/360 = 0{,}523599\ d$$

Aceste valori însumate se introduc în relaţia de calcul al intensităţii:

$$I = \sqrt{\frac{10^{-9}\, d^3 \cdot 10^4\, q \cdot 10^6\, \pi(\pi/4) \cdot 0{,}76677}{\rho_T}}$$

de unde

$$I = 4{,}34961\sqrt{\frac{d^3 \cdot q}{\rho_T}}\ [A] \qquad (12)$$

în care d (mm); ρ (W/cm²) şi ρ_T(Ω mm²/m)

Din programarea relaţiilor (5), (6) şi (12), utilizînd datele din tabelele 3, 5, 6 şi 7, se obţin direct valorile intensităţilor de curent, I(A), necesare menţinerii spiralelor la temperaturile considerate în tabelul 10.

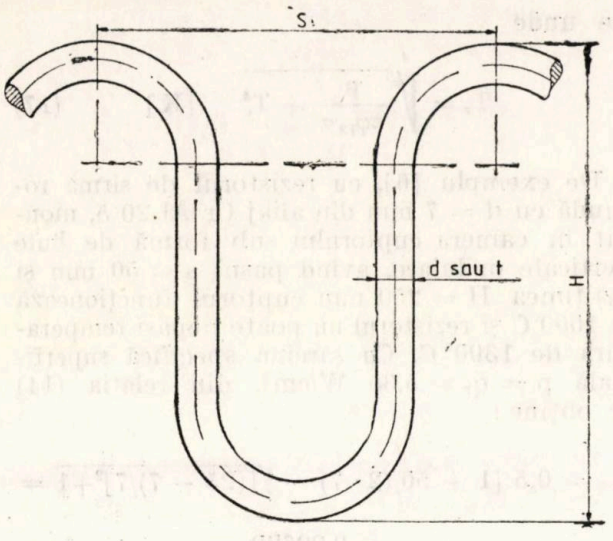


Fig. 2 Elementele geometrice ale rezistorului sub formă de bucle ondulate din sîrmă cu diametrul d sau bandă cu grosimea t

Fig. 2. Geometric elements of transverse curved resistors of wire with diameter d or strip with thickness t

Reprezentarea grafică din figura 3, trasată în baza rezultatelor din tabelele 8 și 10, servește la compararea acestor date cu datele experimentale [5]. Funcția $I_{(A)} = f(d)_{(mm)}$ se liniarizează în coordonate logaritmice. Fiecare izotermă este descrisă de o ecuație de forma:

$$I_{(A)} = a \cdot d^{b}_{(mm)} \qquad (13)$$

în care $b = (\lg I_2 - \lg I_1)/(\lg d_2 - \lg d_1)$ este panta dreptei, iar a este ordonata pentru $I_{(A)}$ la $d = 1$.

Dreapta care trece prin punctele extreme considerate, d_1I_1, d_2I_2, definește constanta *a* și exponentul *b* din relația (13). În tabelul 11 sînt prezentate valorile calculate din tabelele 8 și 10, în comparație cu datele experimentale [5].

Dimensionarea corectă a rezistorilor cuptoarelor și utilajelor electrotermice presupune alegerea unor valori judicioase pentru sarcina specifică superficială p(W/cm²). Această valoare se alege astfel încît temperatura rezistorului T_r să nu depășească temperatura admisibilă. Neglijînd transmisia convectivă a căldurii în camera închisă a cuptorului, care

Tabelul 10

Intensitățile de curent (A) necesare menținerii unei spirale orizontale pe suport de șamotă din sîrmă din Cr Al 20 5 la temperaturile indicate (C) în aer liniștit la 20°C. Spirale din sîrmă d = 0,63—1,06 mm înfășurate pe dorn Ø = 3,175 mm, d = 1,12—2,12 mm pe dorn de Ø = 4,763 mm

Table 10.

Current intensities, I (A), needed to hold on a fire clay support a horizontal wire spiral made in Cr Al 20 5 alloy at the indicated temperatures (C) in still air at 20°C. 0.63—1.06mm dia wire is winded on a 3.175 mm dia rod and 1.12—2.12 mm dia wire is winded on a 4.763 mm rod

t, °C / d [mm]	200	400	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300° C
0,63	0,82	1,63	2,75	3,42	4,15	4,96	5,82	6,78	7,80	8,90
0,71	0,91	1,96	3,30	4,10	4,96	5,93	6,97	8,11	9,33	10,65
0,75	1,00	2,12	3,58	4,44	5,39	6,44	7,56	8,80	10,13	11,56
0,8	1,09	2,34	3,94	4,89	5,93	7,10	8,33	9,70	11,64	12,73
0,85	1,19	2,56	4,32	5,36	6,50	7,77	9,13	10,62	12,23	13,95
0,9	1,30	2,79	4,70	5,83	7,08	8,47	9,94	11,57	13,32	15,19
0,95	1,41	3,02	5,10	6,33	7,68	9,18	10,78	12,55	14,45	16,48
1	1,52	3,27	5,51	6,83	8,29	9,92	11,65	13,55	15,60	17,80
1,06	1,66	3,57	6,01	7,46	9,05	10,82	12,71	14,79	17,03	19,42
1,12	1,81	3,87	6,53	8,10	9,83	11,75	13,80	16,06	18,49	21,09
1,18	1,95	4,19	7,06	8,76	10,63	12,71	14,93	17,37	20,00	22,81
1,25	2,13	4,57	7,70	9,55	11,59	13,86	16,28	18,93	21,80	24,87
1,32	2,31	4,96	8,35	10,36	12,57	15,04	17,66	20,55	23,66	26,99
1,4	2,53	5,42	9,12	11,32	13,74	16,43	19,29	22,45	25,84	29,48
1,5	2,80	6,01	10,12	12,55	15,23	18,22	2,39	24,90	28,66	32,69
1,6	3,09	6,62	11,15	13,83	16,78	20,07	23,57	27,43	31,58	36,02
1,7	3,38	7,25	12,21	15,15	18,38	21,98	25,81	30,04	34,58	39,44
1,8	3,68	7,90	13,30	16,50	20,02	23,95	28,12	32,73	37,67	42,97
1,9	4,00	8,56	14,12	17,89	21,72	25,97	30,50	35,49	40,86	46,21
2	4,31	9,25	15,58	19,33	23,45	28,05	32,94	38,33	44,13	50,33
2,12	4,71	10,10	17,00	21,10	25,59	30,61	35,95	41,83	48,16	54,93

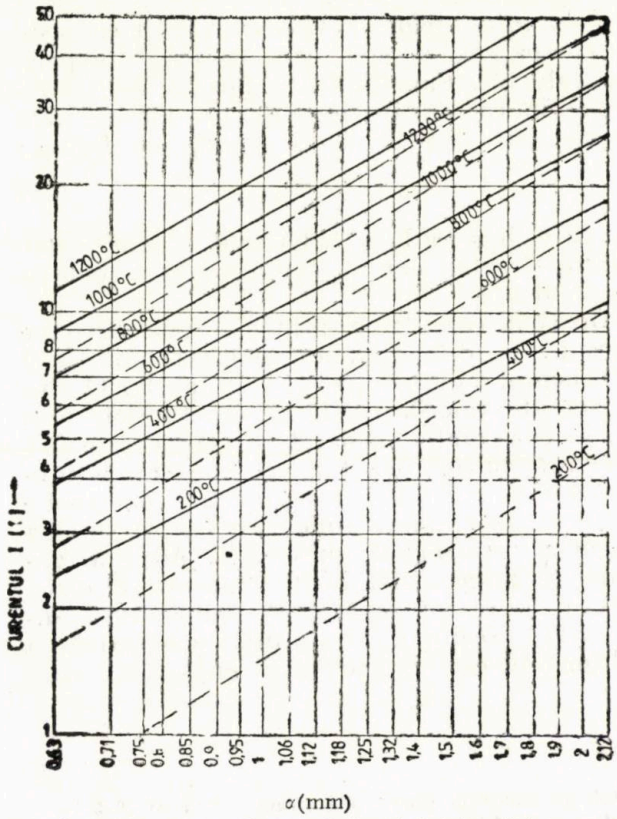


Fig. 3 Relaţia dintre diametrul sîrmei d, intensitatea curentului I şi temperatura de menţinere, °C pentru un fir (linie plină) sau o spirală (linie întreruptă) din aliaj Cr Al 20 5 [13] în poziţie orizontală în aer liniştit la 20 °C (tab. 8 şi 10)

Fig. 3. Relation between wire diameter, d, current intensity, I, and holding temperature ϑ(°C) for a straight wire (solid line) and a winding (dashed line) made in Cr Al 20 5 alloy, in a horizontal position in still air at 20° C (tables 8 and 10)

funcţionează la temperatura impusă, T_c, temperatura rezistorului T_r depinde de sarcina specifică superficială şi de forma sa geometrică.

În cazul rezistorilor de sîrmă rotundă, aşezaţi sub formă de bucle ondulate pe pereţii cuptorului (fig. 2), radiaţia reciprocă dintre porţiunile liniare se exprimă prin coeficientul unghiular mediu de radiaţie:

$$\bar{\varphi}_{12} = \frac{1}{2}\left[1 + s/(2d) - \sqrt{\left[\frac{s/2) - d}{d}\right]^2 + 1}\right] \qquad (14)$$

Pentru sîrme aplatizate şi benzi:

$$\bar{\varphi}_{12} = \frac{b + t + (s/2) - \sqrt{(s/2)^2 + b^2}}{b + t} \qquad (15)$$

Introducînd pe $\bar{\varphi}_{12}$ în relaţia (2), rezultă:

$$p = q_r = \varepsilon \bar{\varphi}_{12} \sigma (T_r^4 - T_c^4) \ [W/cm^2] \qquad (16)$$

de unde

$$T_r = \sqrt[4]{\frac{p}{\varepsilon \bar{\varphi}_{12} \sigma} + T_c^4} \quad [K] \qquad (17)$$

De exemplu [6], cu rezistorul de sîrmă rotundă cu d = 7 mm din aliaj Cr Al 20 5, montat în camera cuptorului sub formă de bule verticale ondulate, avînd pasul s = 50 mm şi înălţimea H = 250 mm cuptorul funcţionează la 1000°C şi rezistorul nu poate depăşi temperatura de 1300° C. Cu sarcina specifică superficială $p = q_r = 5{,}35$ W/cm², din relaţia (14) se obţine:

$$\bar{\varphi}_{12} = 0{,}5\ [1 + 50/(2 \cdot 7) - \sqrt{[(25 - 7)/7]^2 + 1} =$$

$$= 0{,}90620$$

şi din relaţia (1)

$$T_r = \sqrt[4]{\frac{5{,}35}{0{,}70 \cdot 0{,}90620 \cdot 5{,}66961 \cdot 10^{-12}} + 1273^4} =$$

$$= 1424{,}14 \text{ K}$$

Tabelul 11

Compararea datelor experimentale [5] cu cele calculate sub forma valorilor constantelor a şi exponenţilor b ai relaţiei (13)

Table 11

Experimental versus calculated data for a and b coefficients in relation (13)

Relaţia (12), tabelul 8

Temperatura, °C		200	400	600	800	1000	1200
b	Experimental	1,345	1,351	1,351	1,360	1,392	1,403
	Calculat	1,245	1,282	1,321	1,356	1,386	1,409
a	Experimental	3,250	6,605	10,129	14,104	18,762	23,795
	Calculat	4,230	7,088	9,979	125,68	17,079	21,473

Relaţia (12), tabelul 10

b	Experimental	1,4721	1,487	1,472	1,487	1,490	1,480
	Calculat	1,441	1,503	1,501	1,499	1,496	1,500
a	Experimental	2,395	4,035	6,387	9,370	12,797	15,088
	Calculat	1,596	3,264	5,503	8,296	11,679	16,600

Într-un alt exemplu [6], rezistorul sub formă de bandă, din acelaşi aliaj şi cu aceeaşi formă, are lăţimea b = 30 mm şi grosimea t = 2,5 mm; s = 75 mm şi H = 250 mm; p = 2,77 W/cm²; T_c = 1373 K;

$$\bar{\varphi}_{12} = \frac{30 + 2{,}5 + (75/2) - \sqrt{(75/2)^2 + 30^2}}{30 + 2{,}5} =$$

$$= 0{,}67620$$

$$T_r = \sqrt[4]{\frac{2{,}77}{0{,}70 \cdot 0{,}67620 \cdot 5{,}66961 \cdot 10^{-12}} + 1374^4} =$$

$$= 1467{,}18\ \text{K}$$

Rezistența electrică la temperatura atmosferică $R_{20}(\Omega/m)$ rezultă din împărțirea rezistivității ($\Omega\ mm^2/m$) la secțiunea dreaptă a conductorului (mm^2). Aria suprafeței laterale a unității de lungime pentru sîrma cu diametrul d (mm) este $10\pi d$ (cm^2/m). Prin împărțirea (cm^2/m)/(Ω/m) se obține suprafața ohmică specifică (cm^2/Ω). Dependența de temperatură a rezistivității electrice se poate exprima prin factorul de temperatură $C_T = \frac{\rho_T}{\rho_{20}}$.

Tabelul cu rezultatèle experimentale cuprinde, pe lîngă valorile intensității curentului necesar încălzirii la temperaturile date, și valorile căderilor de tensiune pe unitatea de lungime a conductorului (V/m), precum și puterea specifică superficială (W/cm^2). Ambele valori sînt dependente de intensitatea curentului (I). Cunoscînd rezistivitatea materialului metalic la 20° C și secțiunea sa normală s, rezistența pe metru a conductorului este:

$$R_{20}/m = \rho_{20}\ (\Omega\ mm^2/m)/s(mm^2)\ \ (\Omega/m)$$

de unde:

$$U/m = I \cdot (R_{20}/m) \cdot C_T\ \ (V/m) \qquad (18)$$

Puterea specifică superficială:

$$p = I^2 \cdot C_T/(cm^2/\Omega)\ \ (W/cm^2) \qquad (19)$$

Pentru o temperatură dată, aceste două serii de valori se liniarizează grafic într-un sistem de coordonate dublu logaritmic și pot fi descrise de ecuații empirice de forma relației (13).

Rezistivitatea în funcție de temperatură pentru alte metale și aliaje este dată fie sub formă de tabele (13), fie sub formă de relații. În cazul platinei de pildă [12], $\rho_{20} = 9{,}83\ \mu\Omega$ cm și variația ei cu temperatura t (°C) se exprimă prin relația:

$$\rho_t = \rho_0(1 + 3{,}9788 \cdot 10^{-3}\, t - 5{,}88 \cdot 10^{-7}\, t^2)$$

($\mu\Omega$ cm)

($1\ \mu\Omega cm = 10^{-2}\ \Omega\ mm^2/m$).

Metoda de calcul expusă poate constitui un exemplu de evaluare a intensității curentului necesar încălzirii rezistive continue pentru prelucrări la cald, ca de pildă trefilarea sîrmelor, laminarea sîrmelor sau benzilor, încălzirea pentru forjare etc.

În încheiere menționăm că această lucrare se încadrează în domeniul de intersecție dintre electrotermie și termocinetică. Caracterul interdisciplinar al temei abordate ne-a permis să asociem date de termocinetică [9], [10], [11] în tratarea unei importante probleme de electrotermie.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * ASTM B 70 — 81 Test Method for Change of Resistance with Temperature of Metallic Materials for Electrical Heating.

[2] * * * ASTM B 76 — 81 Method of Accelerated Life Test of Ni — Cr and Ni — Cr — Fe Alloys for Electrical Heating.

[3] * * * ASTM B 78 — 81 Method of Accelerated Life Test of Fe — Cr — Al Alloys for Electrical Heating.

[4] * * * NF C 31 — 713. Oct. 1980. Conducteurs pour résistance de chauffage.

[5] * * * Das Kanthal Handbuch, Die Belastungstabellen, Antonson — Avery AB Göteborg, Schweden, 1965, p. 49ççç55.

[6] * * * Kanthal Handbook, Resistance Heating Alloys for Industrial Furnaces, Design Calculations, Ljungföretagen, Èrebro 1987, Sweden.

[7] Sefănescu, D. și colab., *Transferul de căldură în tehnică*, Culegere de probleme, vol. 1, Ed. Tehnică, București, 1983.

[8] Halliday, D., Resnick, R., Fizica, vol. 1, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1975, Anexa A.

[9] Raznjevic, K., *Tabele și diagrame termodinamice*, Ed. Tehnică, Buc., 1978.

[10] Leonăchescu, N., *Termotehnica*, Ed. Didactică și Ped., Buc., 1974.

[11] Leonăchescu, N. și colab., *Probleme de termodinamică*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1977.

[12] * * * *Metals Handbook*, 8-th Ed., vol. 1, Ed. Americ. Soc. for Metals, Ohio, 1961.

[13] * * * DIN 17 470 Heizleiterlegierungen Oct. 1984.

[14] Altgauzen, A. P. și colab., *Instalații electrotermice Industriale*, Ed. Tehnică, București, 1975.

[15] * * * *Kleine Enzyklopädie Mathematik*, VEB Verlag Enzyklop die, Leipzig, 1967.

Evenimente Internaţionale

În perioada 28—30 septembrie a.c., la Londra a avut loc cel de-al doilea Congres internaţional avînd drept temă elaborarea cocsului.

În cadrul acestui Congres au fost susţinute o serie de lucrări, publicate ulterior în două volume, sub semnăturile unor autori din diferite părţi ale lumii, printre care şi românii Georgeta Predeanu — ICEM şi Victor Firescu — Departamentul Industriei Metalurgice (pag. 349).

În primul volum au fost cuprinse următoarele teme:

procese, controlul poluării şi proprietăţile cocsului

Sesiunea 1: Operaţii curente

— Şapte ani de experienţă în exploatarea celei mai mari baterii de cocsificare din lume, la oţelăria Krupp Mannesmann, p. 62

— Stadiul actual al producerii cocsului în Brazilia şi tendinţe viitoare, p. 80

— Strategia aplicată de uzina Ilva Taranto privind utilizarea cărbunilor şi cocsului la fabricarea fontei, p. 93

— Analize şi reparaţii la cuptoarele de cocsificare învechite, p. 115.

— Tehnici de control pentru depozitele de carbon de pe pereţii cuptorului de cocsificare, p. 129

— O nouă instalaţie pentru subproduse chimice la cocseria nr. 1 de la Hoogovens Ijmuiden, Olanda, p. 145

— Analiza procesului de răcire uscată a cocsului conform dezvoltării lui, în instalaţia poloneză modernă de producere a cocsului „przjazn", p. 163

— Proiectarea unei secţii chimice de subproduse pentru condiţii de operare anormale, p. 169

— Depuneri în conductele de gaz de cocs datorită amestecului cu gaz de furnal, p. 174

— Exploatarea bateriei cu şarjă ştampată. Experimentări la firma Tata Steel, p. 180

— Reparaţia cuptorului de cocsificare: experienţe la firma Rourkela Steel Plant, p. 184

— Experimentarea încălzirii şi dării în exploatare a bateriei de cocsificare de 7 m înălţime, cu agent de încălzire neconvenţional (L.P.G.) în India, p. 194

— Un studiu privind culoarea şi intensitatea de fluorescenţă a cărbunelui cocsificabil, p. 199

Sesiunea plenară: Lucrări prezentate la deschidere

— Tendinţe privind cererea de cărbune şi cocs, p. 2

— Progrese în diminuarea poluării în industria europeană a fabricării cocsului, p. 16

— Organizarea activităţii de conducere a cuptoarelor de cocsificare, p. 37

— Cocsul în S.U.A.: Investiţia de capital şi capacitatea necesară pentru anul 1990, p. 55

Sesiunea a 2-a; Maşini

— Automatizarea operaţiunilor efectuate de maşinile care deservesc cuptoarele de cocsificare, p. 206

— Aspecte de siguranţă pentru evitarea coliziunilor cu mecanismele moderne ale cuptoarelor de cocs, p. 221

— Funcţionarea sistemului Kress (de răcire uscată a cocsului) la cocseria Sparrows Point, p. 23

— Instalarea unui nou sistem de încărcare şi manipulare automată a cărbunelui într-o cocserie în plină producţie, p. 239

Sesiunea a 3-a: Proprietăţile cocsului şi utilizări

— Factori care guvernează granulaţia cocsului şi tehnologia de control, p. 248

— Cerinţele de calitate a cocsului pentru o exploatare eficientă şi cu productivitate înaltă a furnalului, la viteze ridicate de injecţie a cărbunelui, p. 260

— Efectul anumitor minerale asupra proprietăţilor cocsului la temperaturi înalte, p. 286

— Degradarea granulometrică a cocsului de la rampa de cocs pînă în vatra furnalului, p. 293

— Studiul mecanismului de formare a fisurilor în cocs, p. 312

— O nouă analiză cinetică în gazificarea cocsului metalurgic, p. 317

— Influenţa combustiei cocsului asupra mediului înconjurător în comparaţie cu alte sortimente de combustibil solid, p. 325

— Predicția rezistenței la abraziune și a rezistenței cocsului după reacție, luînd ca bază de calcul cărbunii indieni, p. 328

— Efectele faciesului sedimentar al cărbunilor inertinitici asupra calității cocsului, p. 333

Sesiunea a 4-a : Controlul poluării

— Implicațiile amendamentelor din 1990 ale legii Clean Air pentru industria cocsului din S.U.A., p. 336

— Complex de operații privind reducerea și micșorarea nocivității emisiilor cuptoarelor de cocsificare la firma B.H.P. Steel, p. 361

— Măsurători ale emisiilor de la ușile cuptoarelor de cocsificare avînd diferite sisteme de etanșare, p. 379

— Operații noi pentru încărcarea fără emisii a cuptoarelor de cocsificare și dezvoltarea unui model corespunzător de simulare pe calculator, p. 392

— Un model matematic pentru prognozarea dispersiei atmosferice a particulelor materiale și umidității degajate în timpul răcirii cocsului, p. 405

— Controlul degajărilor de benzen la instalațiile de subproduse chimice ale cocseriilor în vederea satisfacerii reglementărilor S.U.A. prevăzute de Agenția pentru protecția mediului înconjurător pentru 14 septembrie 1991, p. 427

— Controlul degajărilor la scoaterea cocsului printr-o manta de oprire a măruntului, p. 433

— Protecția mediului față de hidrocarburile poliaromatice formate în timpul procesului de cocsificare, p. 439

— Sisteme de ventilație cu arzător pentru emanațiile de la bateriile de cocsificare — concepție recentă și experiențe pe instalații, p. 443

Sesiunea a 5-a: Tratamentul produselor reziduale

— Aspecte ecologice ale procesului de răcire uscată a cocsului, p. 452

— Necesitatea rezolvării cererilor stringente de îndepărtare a nitrogenului, p. 464

— Tratamentul gazului de cocserie brut la firma A.C.Z.C., Olanda. Tehnica purificării cu încorporarea completă a îndepărtării amoniacului într-un bioreactor complet automatizat într-o singură treaptă, p. 485

— Procesul TopsØe W.S.A. pentru desulfurarea gazului de cocs, p. 504

— Sistemul de tratare a gazului pentru a permite exploatarea unei cocserii fără ape reziduale, p 516

— Dezvoltarea tehnologiei pentru procesarea și reciclarea noroiului acid (acidul sulfuric rezidual) produs în instalațiile de rafinare a benzenului, p. 523

În următorul număr al revistei ***METALURGIA***, vom publica titlurile aparținînd celui de-al doilea volum. La cerere, Centrul nostru de documentare vă poate pune la dispoziție copiile xerox ale lucrărilor de mai sus.

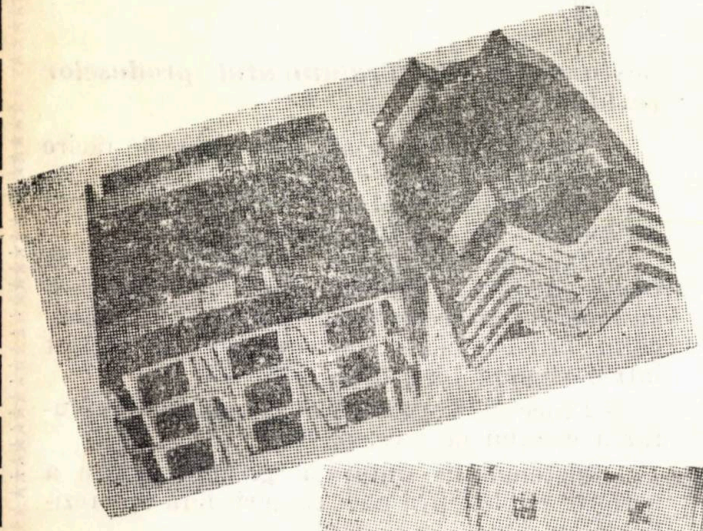
Dacă sînteți interesați, contactați-ne — str. Mendeleev nr. 21 — 25, cod 70168, București — SIDEROM — CIDMET tel. 659 49 90.

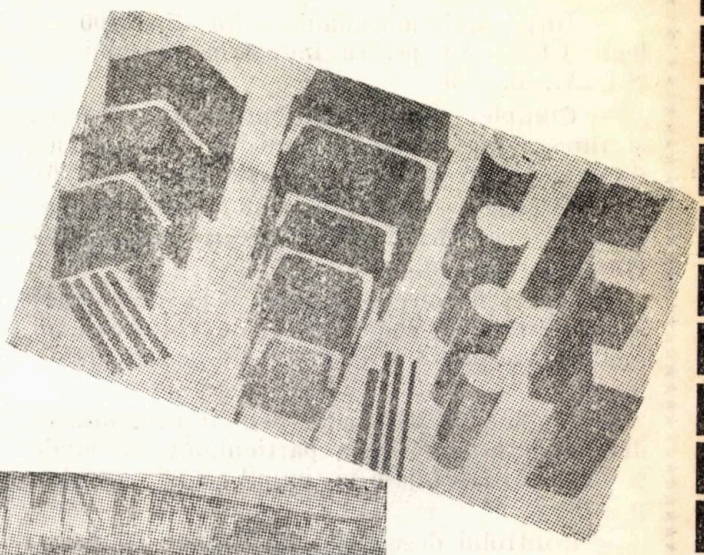
Urăm cititorilor, abonaților și colaboratorilor noștri un an bun cu sănătate, alături de cei dragi.

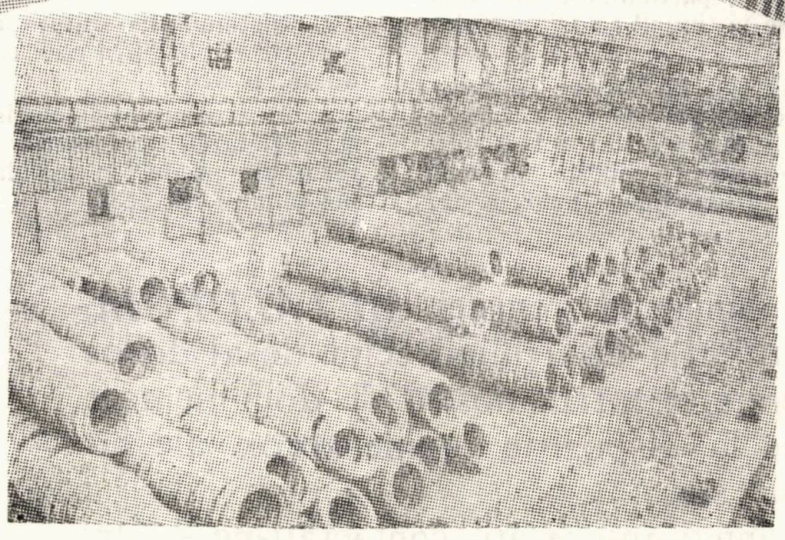
La mulți ani!

REDACȚIA

If you'd like to know more about us, please write, cal or fax:
B-dul Independenţei, no. 8, 5300 Focşani, Romania
Tel.: 093/914702
Telex: 53257
Fax: 0°3/913823







LAMINORUL S. A. Focşani, Romania, is a rolling mill established as a joint stock company.

Equipped with modern plants, it makes high quality products to DIN and/or Romanian standards.

It is specialized in medium size profiles, wire rod and concrete carbon steel.

The gauges produced meet almost any standard specified by customers.

The chemical composition and mechanical properties of the rolled steel are controlled by its own specialized laboratories.

MISKOLCI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1863

SIDEX S.A. Iron and Steel Complex of Galatzi manufactures and exports for you the whole range of steel flat products:

— **plates;**
— **hot rolled strips;**
— **cold rolled strips.**

A life of experience on the steel market and many friends in the steel business!

COMBINATUL SIDERURGIC
SIDEX SA
GALAȚI ROMANIA

1, Siderurgiştilor street, cod 6200
Tel: 934/30 004; 30 109
Telex: 51.257; 51 312
Fax: 30 015

SIDEROM

„SIDEROM" S.A., holding-type strategy trade company, with central offices in Bucharest, 21—25 Mendeleev st., sector 1, telephone 59 65 35

provides, through its 56 associated trade companies, among which we mention the Galatzi, Hunedoara, Reşiţa, Tirgovişte, Călăraşi and Cimpia Turzii iron and steel works:

— manufacturing of metallurgical products, equipment and spare parts, metallurgical constructions and assemblies, research and design of new metallurgical technologies and products;
— import activity of raw and processed materials, fuel and energy, equipment and spare parts, technologies and know-how;
— financial and banking operations;
— consulting and assistance for: engineering, trade, marketing, finances, development, management, personnel, information and know-how;

„SIDEROM" S.A., societate comercială de strategie, cu sediul în BUCUREŞTI, str Mendeleev nr. 21—25, sector 1, telefon 59.65.35

asigură prin cele 56 de societăţi comerciale asociate, printre care menţionăm marile combinate de la Galaţi, Hunedoara, Reşiţa, Tîrgovişte, Călăraşi şi Cîmpia Turzii:

— realizarea de produse metalurgice, utilaje şi piese de schimb, construcţii şi montaje metalurgice, cercetare şi proiectare de noi tehnologii şi produse metalurgice;
— activităţi de import materii prime, materiale, combustibil şi energie, utilaje şi piese de schimb, tehnologii şi documentaţii;
— operaţiuni financiar bancare;
— activităţi de consulting şi service în domeniile: engineering, comercial, marketing, financiar-contabil, dezvoltare, management, personal, juridic, informare, documentare şi altele

SIDEROM S.A., through its trade companies, manufactures and supplies:

— metallurgical coke for blast furnaces and foundries
— white and grey pig iron
— bulk ferro-alloys
— graphite electrodes
— light, medium and heavy profiles
— slabs for pipes
— blocks and forged bars for tools
— heavy, narrow rails for trains and trams
— railway tyres and wheels
— thick, medium and thinn zinc-, tin- and lead-coated plate and sheet
— steel strip
— rolled and drawn galvanized wire
— resistive strip and wire
— concrete steel and gauged steel
— welding wire and electrodes
— metal cord and welded nets

SIDEROM S.A., prin societăţile comerciale din reţea, produce şi comercializează:

— cocs metalurgic pentru furnale şi turnătorii
— fontă albă şi cenuşie
— feroaliaje de masă
— electrozi de grafit
— profiluri grele, mijlocii şi uşoare
— ţagle pentru ţevi
— blocuri şi bare forjate pentru scule
— şină de cale ferată, grea, îngustă şi de tramvai
— bandaje şi discuri pentru materal rulant
— tablă din oţel groasă, medie şi subţire, zincată, cositorită sau plumbuită
— benzi din oţel
— sîrmă laminată şi trasă, inclusiv zincată
— benzi şi sîrme rezistive
— oţel beton şi calibrat
— sîrmă şi electrozi pentru sudură
— cord metalic şi plase sudate

ROMANIA SIDEROM

Siderom s.a. at your disposal